

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Rola alkoholu w mieszankach napędowych do silników spalinowych, nap. Dr. Inż. B. Stefanowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Współczesne paleniska kotłowe (dok.), nap. Inż. B. Tołłoczko, Profesor Politechniki Warszawskiej.

50-lecie rozpoczęcia robót wodociągowo-kanalizacyjnych w Warszawie, nap. L. Gembarzewski, inż.-technolog.

Przeгляд pism technicznych.

SOMMAIRE:

Le rôle de l'alcool dans le carburant pour les moteurs à essence, par M. B. Stefanowski, Dr. ès sc. tech., Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.

Les modernes foyers des chaudières à vapeur (suite et fin), par M. B. Tołłoczko, Professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.

Le cinquantenaire du commencement des travaux de la construction des conduites d'eau potable et d'écoulement d'égouts à Varsovie, par M. L. Gembarzewski, Ingénieur.

Revue documentaire.

Rola alkoholu w mieszankach napędowych do silników spalinowych^{*)}

Napisał Dr. Inż. B. Stefanowski, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Wiadomo dziś powszechnie, że spirytus, w tej czy innej swej formie, coraz silniej wciska się na rynek paliw płynnych, służących do napędu samochodów, w większości jednak przypadków panuje przekonanie, że jakkolwiek spirytus daje się z dobrym skutkiem stosować w tej dziedzinie, to jednak główne powody wprowadzania tego materiału pędnego leżą w płaszczyźnie go s p o d a r c z e j: z jednej strony brak rodzimej benzyny w niektórych krajach, z drugiej — możliwy w krótkim czasie, przy normalnym rozwoju ruchu samochodowego, jej niedobór, a wreszcie brak zbytku dla produkcji gorzelni rolniczych, stanowiących istotny składnik aparatu wytwórczego rolnictwa. Tu jednak nie będę mówić o tej stronie zagadnienia, — pisano i mówiono już o tem wiele — i choć, zapewne, nie wypowiedziano jeszcze wszystkiego, ja chciałbym poruszyć tu tylko stronę czysto t e c h n i c z n ą zagadnienia, nie dość dobrze rozumianą nawet przez ludzi blisko dziedziny materiałów pędnych i samochodnictwa stojących.

Przedewszystkiem należy postawić sobie pytanie, jakie jest kryterjum do oceny własności paliwa do silników szybkobieżnych, jakim ono warunkom odpowiadać powinno?

*) Wedł. wykładu, wygłoszonego na Kursach Uzupełniających dla Inżynierów, zorganizowanych w r. b. przez SIMP.

Paliwo płynne, doprowadzane do silnika przy pomocy gaźników, posiadać powinno następujące warunki kwalifikacyjne:

a) *łatwość tworzenia t. zw. mieszanki roboczej*, t. zn. łatwość parowania rozpylanego w gaźniku paliwa w strumieniu powietrza, zasysanego do cylindra. Przy wytwarzaniu się mieszanki roboczej powinno możliwie całe paliwo odparować, gdyż ta jego część, która pozostała w postaci kropelek, nie jest w stanie dobrze się spalić w cylindrze silnika, więc rozchód paliwa wzrasta, a pozatem kropelki te osiadają na ściankach cylindra, oddziałują na smar i powodują tworzenie się niepożądanego koksiu.

b) *szybkość spalania się* utworzonej mieszanki roboczej bez jednoczesnego występowania zjawisk detonacji. Moc i rozchód paliwa w silniku są uzależnione w dużym stopniu od szybkości spalania się mieszanki w cylindrze, chcąc więc możliwie zbliżyć się do procesu teoretycznego, idealnego, musimy uzyskać wielką szybkość spalania się. Tu jednak występuje zjawisko zwane d e t o n a c j ą, dziś jeszcze niezupełnie wyjaśnione, a któremu towarzyszy w oddzielnych punktach przestrzeni dawkowej silnika podniesienie się ciśnienia, a w związku z tem w okresie spalania się mieszanki występują silne uderzenia, szkodliwie oddziałujące na silnik. Zjawisko detonacji tłumaczą sobie, między innymi, niezwykle szybkim spalaniem się spe-

ARON
132
8.251/53

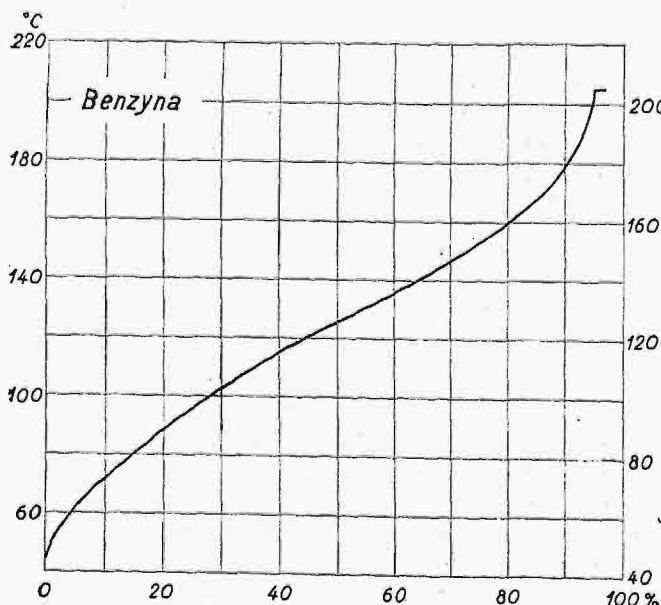
cyjnych związków chemicznych, p i r o k s y d ó w, tworzących się pod wpływem fali zapłonu w sprężonej mieszance i powodujących nową falę wybuchu o prędkości przenoszenia się znacznie wyższego rzędu od prędkości spalania. To niepożądane zjawisko detonacji staje się dziś szczególniej dofkliwe wobec stałej dążności do powiększania we współczesnych silnikach spólczynnika sprężania, mającego znów wpływ na występowanie detonacji. Tu należy zaznaczyć, że na detonację wpływają nie tylko własności paliwa, ale i szereg innych czynników.

c) *Niewydziałanie faz stałych* przy obniżeniu się temperatury paliwa w granicach, spotykanych w danym kraju w miesiącach zimowych, gdyż wydziałanie tych faz utrudniałoby lub wręcz uniemożliwiałoby pracę gaźnika i silnika.

d) *Nieszkodliwość gazów wydechowych* dla metalowych części silnika oraz dla otoczenia i

e) *Łatwość zapuszczania silnika.*

Mimo wielkiej ilości silników samochodowych, czynnych obecnie na świecie, i spożywania przez nie olbrzymiej ilości materiałów pędnych, dotąd nie udało się ustalić bezwzględnych norm liczbowych, którym paliwo samochodowe odpowiadać powinno, oraz dobrać ostatecznie znormalizowanych przyrządów, któreby te własności w sposób jednoznaczny sprawdzać pozwalały. Taki stan w tej ważnej dziedzinie pochodzi stąd, że z jednej strony paliwa stosowane dziś nie są indywidualnymi połączeniami chemicznymi, ale mieszaninami składników o różnych własnościach fizyko-chemicznych, dającymi w mieszaninie inne własności wypadkowe, z drugiej, — że otrzymanie paliwa o zgóry przewidzianych własnościach byłoby tak kosztowne, że nie



Rys. 1

opłaciłoby korzyści posiadania takiego paliwa normalnego, i wreszcie, — że w bardzo wielu przypadkach nie znamy praw, rządzących zjawiskami fizyko-chemicznymi, występującymi podczas przygotowywania i spalania mieszanki roboczej w silni-

ku, a wnioski wysnute z zachowania się poszczególnych rodzajów paliwa w pewnych technicznych warunkach nie mogą być bez zastrzeżeń uogólniane. W każdym razie praca poznawcza w tym kierunku prowadzona jest na obu półkulach świata intensywnie i krok po kroku zbliżamy się do zrozumienia tych złożonych zjawisk.

Dzisiaj najpowszechniej w codziennym życiu stosowanymi liczbowymi cechami paliwa są:

a) *ciężar właściwy*, który musi być utrzymany w pewnych granicach już nie tylko z powodu poprawnego działania pływaka w gaźniku, ale jednocześnie ciężar właściwy jest w pewnej mierze dla danej klasy paliwa miernikiem łatwości tworzenia mieszanki roboczej.

b) *krzywa dystylacji* w aparacie Englera takiego czy innego wykonania, jako wyraz zależności odparowalności paliwa od temperatury. Zazwyczaj na osi odciętych odmierza się procentowe ilości odparowanego paliwa, na osi rzędnych — odpowiednie temperatury (rys. 1).

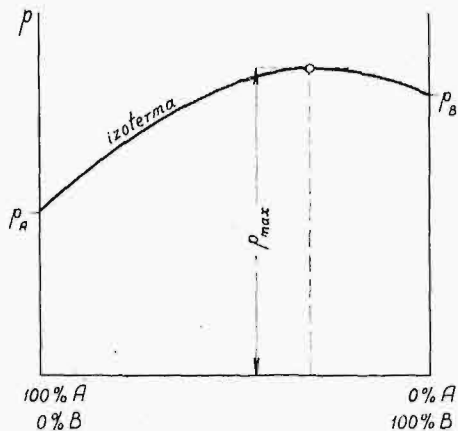
Krzywa tak otrzymana jest charakterystyczna dla paliwa, jest miarą jego lotności, lecz jest jednocześnie miarą względną już nie tylko z tego powodu, że początek i koniec krzywej Englera nie jest pewny, ale że paliwo pracuje w silniku inaczej: podczas gdy w aparacie wrze, w silniku — paruje.

Oczywiście istnieje szereg innych cech paliwa, mogących charakteryzować jego własności, lecz ponieważ mają one znaczenie jeszcze bardziej względne, omawianie ich tutaj pominię (np. wpływ przez dyszę przy różnych temperaturach, prędkość par paliwa, punkt zapłonu i rosy paliwa i t. d.).

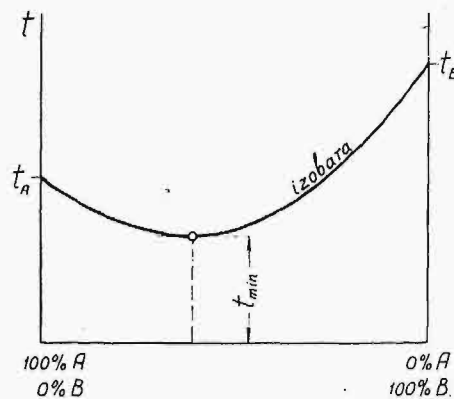
Od chwili powstania samochodu, zaopatrzonego w gaźnik, niemal bez wyjątku stosowana była jako paliwo benzyna, obsługując ku zupełnemu zadowoleniu ten typ silnika. Benzyna handlowa jednak, w miarę wzrostu jej zapotrzebowania do celów samochodnictwa, zaczęła zmieniać swe pierwotne własności. Mianowicie benzyna, nie tworząc indywidualności chemicznej, lecz będąc zbiorem frakcji o różnych punktach wrzenia i o przynależności do różnego typu węglowodorów, była początkowo doborana do celów napędowych w swych najstosowniejszych frakcjach, jednak, gdy zapotrzebowanie benzyny wzrastało, musiały być zużyte i inne frakcje, mniej odpowiednie do tych celów, niezupełnie podpadające pod te kryteria, o których poprzednio wspominałem. A jeżeli uwzględnimy, że wymagania stawiane benzynie rosły, gdyż silnik samochodowy czy lotniczy pracował przy coraz większym spólczynniku sprężania, gdyż naprzykład według statystyki amerykańskiej z 1929 roku 55% silników samochodowych miało spólczynnik sprężania większy od 5, a np. silnik normalny S u n b e a m ma spólczynnik sprężania 6,4, w związku z czym zaczęły występować przykre i szkodliwe detonacje, a pozatem coraz więcej uwagi zwracano na tworzenie się nagaru i koksiku, — to okaże się, że benzyna nie jest już tem doskonałym paliwem, niezawodnie pracującym w silniku samochodowym, szczególnie przy konieczności konkurencyjnego obniżania jej ceny, a zatem i własności.

Poczęto więc szukać inych paliw, mogących być bezpośrednio zastosowanymi w samochodach. Ze względu na swe własności i cenę, wysunęło tu się paliwo, którego podstawą są węglowodory aromatyczne budowy pierścieniowej, a składające się

pewnego stosunku składników w mieszaninie. Dla mieszanek napędowych ma znaczenie zjawisko t. zw. *azeotropji dodatniej*, t. zn. gdy przy danej temperaturze, zależnie od doboru procentowego składu mieszaniny, występuje maximum prężności przy tej



Rys. 2.



Rys. 3.

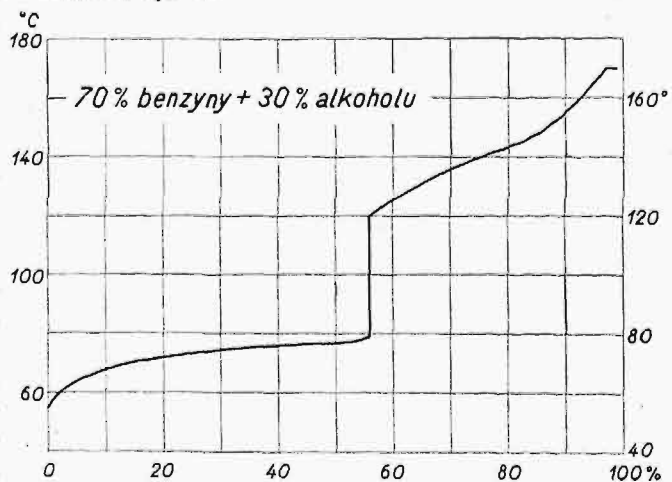
przedewszystkiem, jako surowiec techniczny, z benzolu C_6H_6 z mniejszą lub większą domieszką toluolu C_7H_8 i ksylołu C_8H_{10} oraz solvent-nafty. Paliwo to, zwane benzolem technicznym lub maszynowym, ma ciepło spalania 10 400 Kal, więc bliskie do ciepła spalania benzyny 11 200 Kal, przy ciężarze właściwym około 0,88. Benzol nadał się zupełnie dobrze do napędu silników konstruowanych na benzynę, nie dając zjawisk detonacji, natomiast spalanie pozostawiało nieco do życzenia, gdyż stan tłoków, cylindrów i zaworów był gorszy po tym samym okresie pracy, niż przy napędzie benzyną. Poza to, przy użyciu benzolu nieczyszczonego, wystąpiło wydzielanie się żywic, zaś przy oczyszczonym — wraz z obniżeniem się temperatury do okolicy 0° — miało miejsce wydzielanie się fazy stałej w postaci kryształków, uniemożliwiających pracę silnika, dzięki zapychaniu się przewodów w gaźniku. Inne paliwa, mogące być użytymi w samochodach, jak spirytus, naftalina i t. p., nie wykazały takich kwalifikacji, przy których możnaby nimi z korzyścią zastąpić benzynę.

Pod wpływem wspomnianych trudności z otrzymaniem kwalifikowanej jakości benzyny, dzięki dodatkowym bodźcom gospodarczym, rozpoczęto próby mieszania ze sobą tych zasadniczych paliw składowych, więc benzyny, benzolu i alkoholu, i tworzenia tak zwanych *mieszanek napędowych dwu lub trójskładnikowych*, składających się z benzyny lub benzolu w mieszaninie z alkoholem lub ze wszystkich trzech składników razem. Próby wykazały, że osiągnięto nie coś zastępczego, ale paliwo odpowiadające zwiększonym wymaganiom co do łatwości tworzenia mieszanki roboczej, dające dobre, zupełne spalanie oraz możliwość podniesienia stopnia sprężania bez zjawiska detonacji.

Ten dodatni wpływ domieszki alkoholu, względnie benzolu, do benzyny objaśnia się przedewszystkiem przez tak zwane zjawisko *azeotropji*. Mianowicie, pewne składniki cieplne, zmieszane ze sobą, wykazują przy tej samej temperaturze różną prężność, osiągającą pewne maximum lub minimum dla

temperaturze (rys. 2); dla tego punktu skład par jest taki sam, jak skład cieczy, a przy dystalacji mamy zamiast mieszaniny ciało jednorodne. Przy takich związkach azeotropowych następuje przy zachowaniu stałej prężności obniżenie temperatury wrzenia w stosunku do obu składników (rys. 3).

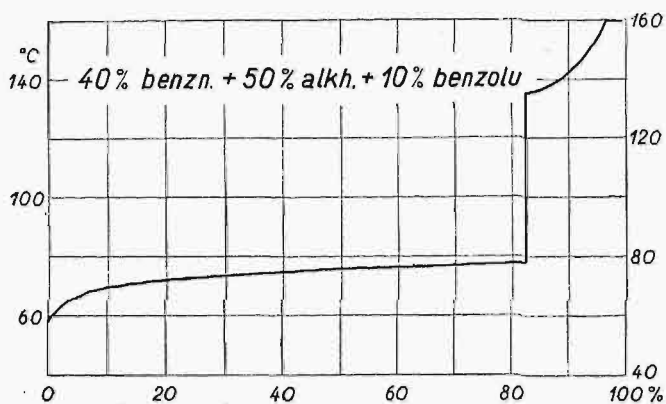
Otóż jeżeli mamy benzynę, która przy dystalacji wykazuje stosunkowo dużo frakcyj ciężkich, wysokowrzących, to przez dodanie czynnika azeotropującego, jakim jest alkohol, uzyskujemy obniżenie punktu wrzenia mieszaniny, a zatem większą zdolność do utworzenia mieszanki roboczej już przy niższych temperaturach. Jeżeli więc benzyna dała obraz dystalacji w aparacie Englera, jak np. na rys. 1, to, po dodaniu na 70 części tej benzyny 30 części alkoholu, uzyskano krzywą dystalacji o znacznie obniżonej temperaturze wrzenia z charakterystycznym *uskokiem azeotropowym*, jak to widać z rys. 4.



Rys. 4.

To obniżenie temperatury wrzenia mieszaniny azeotropowej, więc objawu niezwykle korzystnego z punktu widzenia tworzenia mieszanki roboczej, można uzyskać w wyższym stopniu przez dodanie jeszcze innego składnika azeotropującego, jak np.

benzolu. Tak więc mieszanina trójskładnikowa, składająca się z tej samej benzyny z dodatkiem 50% alkoholu i 10% benzolu, daje krzywą dystalacji o jeszcze bardziej obniżonej temperaturze wrzenia, jak to widać z rys. 5.



Rys. 5.

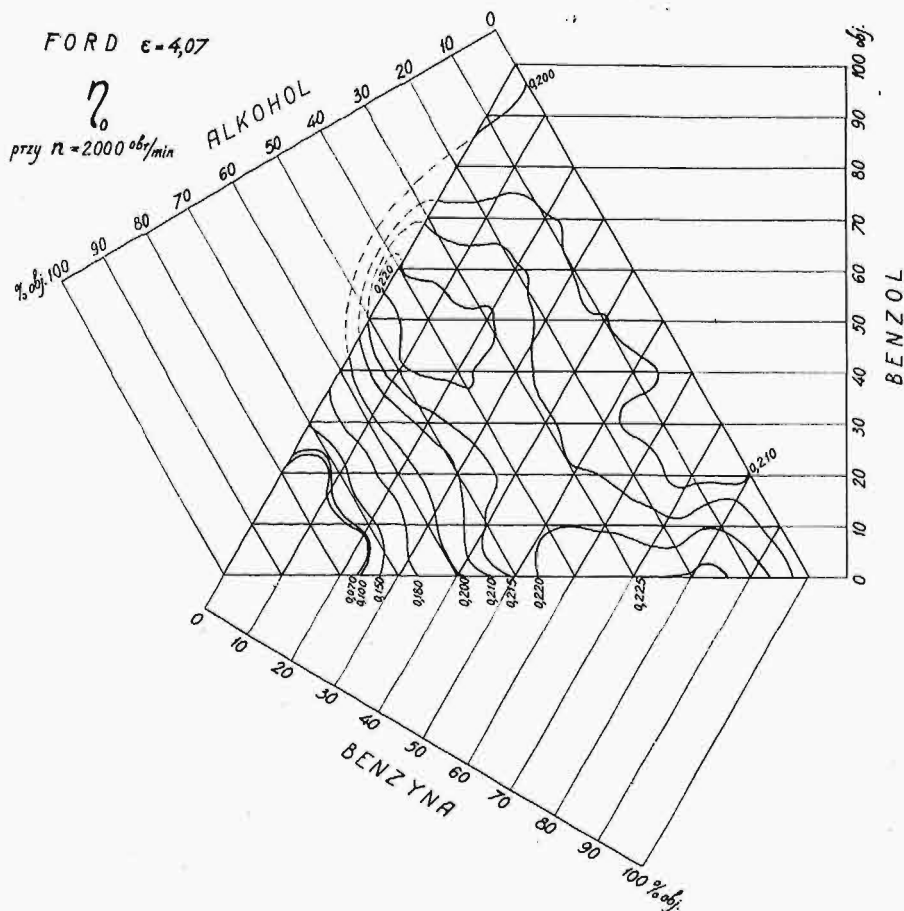
Zjawisko azeotropii, występujące np. przy mieszaninach benzyny z alkoholem, nie tylko przyczynia się do obniżenia temperatury dystalacji, co dodatnio odbija się na tworzeniu się mieszanki roboczej, ale jednocześnie przeciwdziała skraplaniu się paliwa na ściankach i rozpuszczaniu przez to smaru oraz tworzenia się koksiku. Mianowicie benzyna, nie będąc cieczą jednorodną, lecz mieszaniną różnorodnych frakcji, nie posiada punktu skraplania się swych par jako funkcji pewnej temperatury, nie zmieniającej się podczas całego okresu skraplania się, ale punkt, przy którym zaczyna się skraplanie się par, zależy od udziału ciężkich frakcji w paliwie, więc od stosunku fazy ciekłej do gazowej, czyli jednocześnie od ciśnień cząstkowych. W naszym zatem przypadku dodanie alkoholu współdziałać będzie pod tym względem dodatnio.

Następnie alkohol, dodany do benzolu w odpowiednim procencie, usuwa niebezpieczeństwo wydzielania fazy stałej przy niskich temperaturach, a użyty w postaci bezwodnej nie przedstawia niebezpieczeństwa rozwarstwienia się utworzonej wieloskładnikowej mieszanki.

Wreszcie alkohol stanowi, równie zresztą jak i benzol, doskonały środek antydetonacyjny, pozwalając na znaczne podniesienie granicy spótczynni-

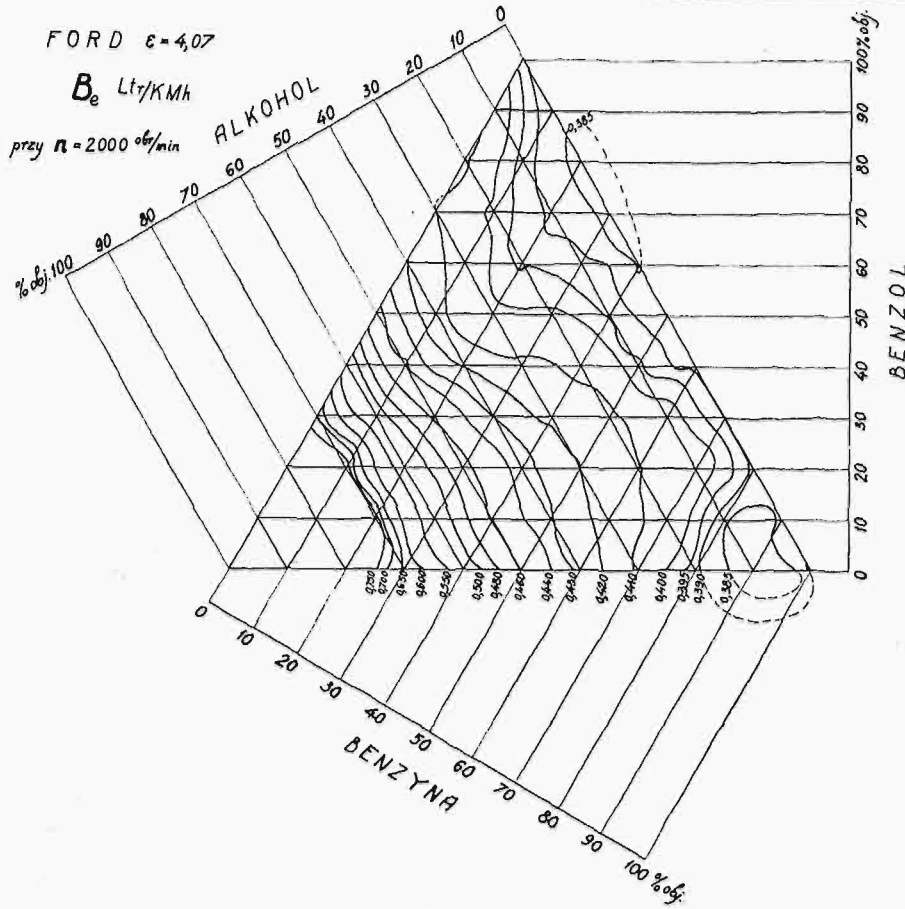
ka sprężania, co — jak wiadomo — jest wielce korzystne z punktu widzenia termodynamiki, a więc sprawności silnika. Ma to szczególne znaczenie dla silników, w których nacisk położony jest na mały rozchód paliwa, a dużą moc przy danej objętości cylindra, więc przede wszystkim w lotnictwie, w silnikach do ruchu autobusowego i w samochodach wyścigowych.

Zagadnienie stosowania alkoholu do napędu silników gaźnikowych zajmuje oddawna uwagę różnych instytutów i zakładów, pracuje w tym kierunku również i Laboratorium Maszyn Politechniki Warszawskiej. Nie mogąc podzielić się tutaj całym zebrany w tym zakładzie materiałem doświadczalnym z badań, zresztą jeszcze niezakończonych, pozwolę sobie dla ilustracji powiedzianego wyżej przedstawić cztery wykresy (rys. 6—9), przeliczone i zestawione na podstawie liczb zebranych podczas doświadczeń. Na wykresach tych w układzie trójkątnym można znaleźć wyniki prób, wykonanych z czterocylindrowym silnikiem Forda, typu europejskiego, o spótczynniku sprężania 4,07 przy głowicy normalnej oraz o spótczynniku sprężania 5,37 przy t. zw. głowicy B, wyrabianej również masowo przez Zakłady Forda, wszystko przy $n=200$ i napędzie mieszankami o różnym składzie.



Rys. 6.

Benzyzna użyta była typu gazolinowanego o ciężarze 0,739, ciepłe spalania 11174 Kal/kg i wartości opałowej 10370 Kal/kg, a 7664 Kal/l, zaś benzol



Rys. 7.

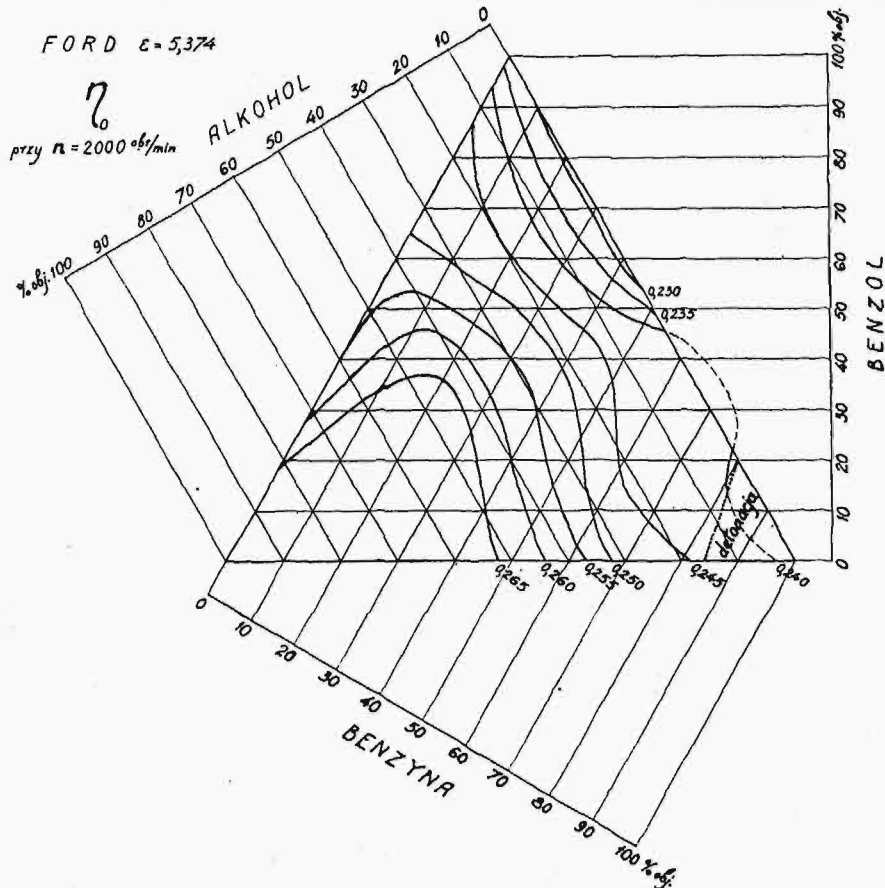
maszynowy pochodził z gazowni miejskiej w Warszawie i posiadał ciężar właściwy 0,844, przy ciepłe spalania 10200 Kal/kg i wartości opałowej 9646 Kal/kg, a 8140 Kal/l.

To, co powiedziałem wyżej, wyraźnie potwierdzają wspomniane wykresy, z których widać, że:

a) rozchód paliwa wyrażany w litrach, więc w sposób porównawczo niecisły, ale ogólnie w samochodnictwie praktykowany, osiąga swe minimum jednak przy domieszce alkoholu, i to równie przy mieszankach dwuskładnikowych, jak i trójskładnikowych, przy czym dla silników o niskim stopniu sprężania optymalna ilość dodanego alkoholu wyraża się udziałem około 20%, zaś przy sprężaniu wyższym, dziś już używanem w pewnych typach silników lub w pewnych warunkach, udział ten jest większy;

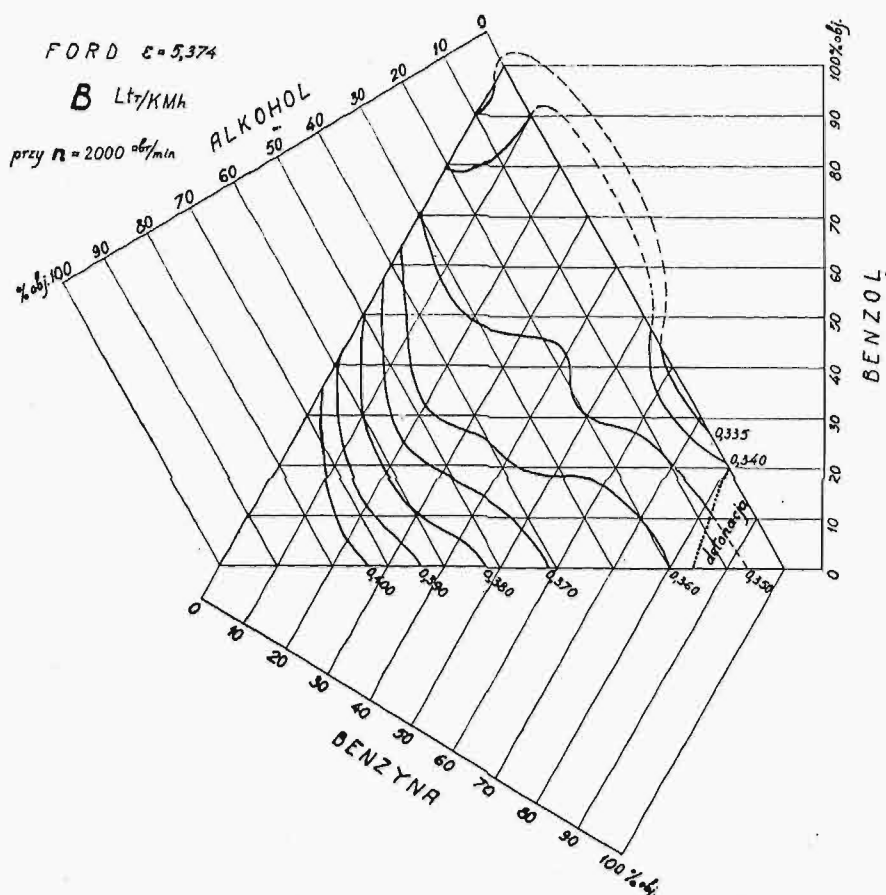
b) sprawność, jako miara zużycia ciepła na wytworzenie jednostki energii w silniku, osiąga swoje maksimum również przy domieszce alkoholu, i to w silniku o niskim stopniu sprężania przy udziale ok. 20% alkoholu, a przy wyższym sprężaniu pożądany dodatek tego składnika wzrasta do 50% i wyżej, zarówno w mieszankach dwu, jak i trójskładnikowych;

c) polepszenie sprawności silnika przez dodanie alkoholu, który posiada niższą od benzyny i benzolu wartość opałową, potwierdza wyraźnie tezę, że alkohol nie jest surogatem paliwa samochodowego, ale środkiem uszlachetniającym używane dziś materiały napędowe, pozwalając osiągnąć niespoty-



Rys. 8.

kaną przy napędzie benzyną sprawność ponad 26%. Nie wchodząc w szczegóły zachowania się tak utworzonego paliwa, składającego się z benzyny



Rys. 9.

czy benzolu, lub obydwóch tych składników w mieszaninie ze spirytusem bezwodnym, pod względem

bynajmniej, jak się to nieraz sądzi, tylko paliwa zastępczego, gorszego.

zapotrzebowania powietrza, ciężaru właściwego, ciepła parowania, tworzącej się przy spalaniu pary wodnej i t. d., zaznaczyć należy ogólnie, że otrzymuje się w ten sposób paliwa lepsze od poszczególnych składników osobno wziętych także i pod innym względem, gdyż dające dobre spalanie bez detonacji i tworzenia osadu we wnętrzu cylindra, nadające silnikowi dużą elastyczność i zdolność przyspieszania, przy łatwości zapuszczania silnika. O ile domieszka spirytusu nie przekracza pewnej normy procentowej, silnik nie wymaga żadnych zmian i nie daje wyraźnego spadku mocy.

Reasumując zatem raz jeszcze powiedziane wyżej, stwierdzić należy, że dodawanie do paliw zasadniczych, jakimi są dziś benzyna i benzol, spirytusu w postaci bezwodnej, jako alkoholu, uszlachetnia je w zastosowaniu do silników, nie tworząc

Współczesne paleniska kotłowe^{*)}.

Napisał Inż. B. Tołłoczko, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Paleniska do pyłu węglowego.

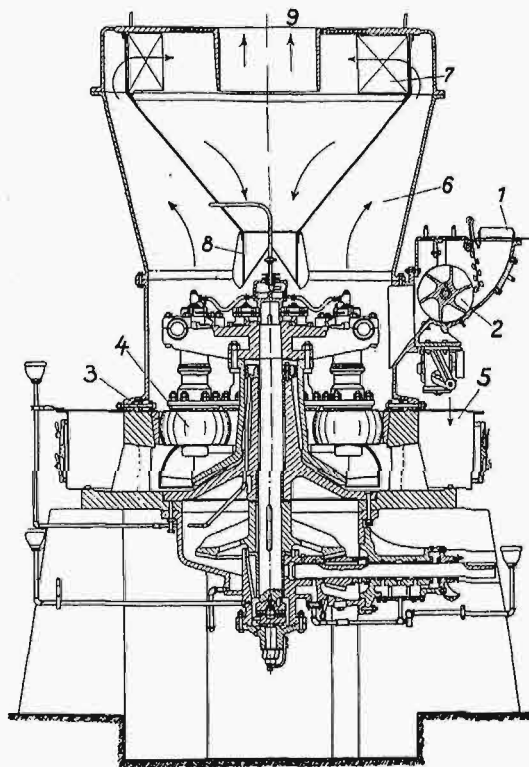
Paleniska do pyłu węglowego, których największy rozwój na gruncie europejskim odnosi się do lat 1926—1928, nie tylko pod względem ilości zbudowanych kotłów, lecz i udoskonaleń konstrukcyjnych, wykazują w ostatnich trzech latach w Europie pewien zastój, szczególnie uwydatniający się w Niemczech. Przyczyny tego należy szukać w pomysłnym rozwoju palenisk rusztowych, które, początkowo zdystansowane przez paleniska pyłowe, następnie, wskutek szeregu omówionych poprzednio ulepszeń, obecnie je dościgają. Nie wynika z tego bynajmniej, że paleniska pyłowe stoją na drodze do zaniku, jak wnosić możnaby było z pism niemieckich. Przed nimi leżą wielkie możliwości rozwoju, a że poglądy na nie nie są zgodne służy fakt, że — w przeciwieństwie do Europy — w Ameryce są one w dalszym ciągu bardzo licznie budowane.

Obrazując pokrótce stan obecny, musimy wpierv zaznaczyć, że instalacje centralne do przygotowa-

nia pyłu dla całej kotłowni, względnie dla większej grupy kotłów, zostają wypierane coraz bardziej przez instalacje pojedyncze, to jest oddzielne dla każdego kotła, gdzie pył bez magazynowania bezpośrednio po zmieleniu wdmuchiwany jest do paleniska. Instalacje te tworzą jedną całość konstrukcyjną, do której wchodzi, oprócz młyna, jeszcze części, stanowiące przy instalacjach centralnych oddzielne jednostki. Takie urządzenie jest tańsze, tak pod względem kosztów instalacyjnych, jak też i ruchu, co stwierdzone zostało na Konferencji Energetycznej w Berlinie w r. 1930. Instalacje takie rozwijają się głównie w Ameryce i Francji, gdy w Niemczech przeważają dotychczas instalacje centralne.

Instalacje pojedyncze pracują przeważnie bez poprzedniego suszenia węgla. Według obecnego poglądu, można w nich używać węgla do 14% wilgotności, a — jak wykazały nowsze badania w Anglii — granica osiągalna leży znacznie wyżej. Możliwość stosowania węgla wilgotniejszych osiągnięto dzięki młynom szybkobieżnym i przesiewaniu wiatrowemu. Zaczęto przytem stosować suszenie

*) Dokończenie do str. 431 w zesz. 39 — 40 z r. b.



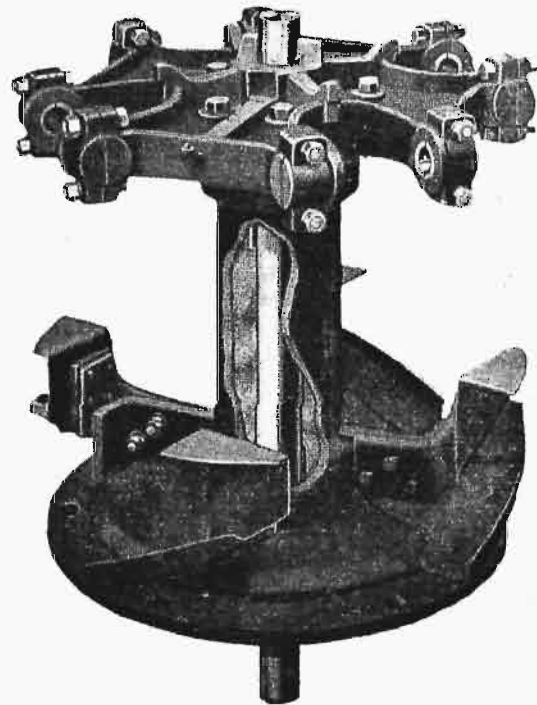
Rys. 23. Młyn Raymonda.

przemiału, ogrzany bowiem pył zapala się i spala prędkiej, co jest zjawiskiem wysoce pożądanym. To osuszenie odbywa się nie oddzielnie, lecz w samym młynie, zapomocą zasysanych z kotła, a nawet z samego paleniska, gorących spalin.

Młyny stosowane w instalacjach pojedynczych są młynami szybkoobrotowymi, które są tańsze, mniej zużywają energii i mniej zajmują miejsca. Mogą to być młyny kulowe, cepowe i wałkowe; w ostatnich czasach najmniej są stosowane młyny kulowe. Przesiewanie sitowe ustępuje miejsca coraz bardziej przesiewaniu wiatrowemu.

Jedno z nowoczesnych wykonania instalacji pojedynczej podaje rys. 23 (w wykonaniu KSG), licznie instalowane w Ameryce i w Europie. Posiada ono młyn Raymonda. Na wale pionowym zawieszono 2—6 wahaczy, na których końcu są umieszczone walce. Przy obrocie wału, siła odśrodkowa odchyła wahacze i przyciska walce do toru, po którym tocząc się miela węgiel, dostają się pod niego. Węgiel sływa do młyna z kosza, a ilość jego reguluje liczba obrotów bębna skrzydełkowego. Do podsuwania węgla pod wałek służy pług (rys. 23a), umieszczony na wale i z nim obracający się. Powietrze, ewent. spaliny, służące do przenoszenia pyłu, wchodzi do młyna poniżej pierścienia torowego przez kanały styczne do obwodu, rozmieszczone na nim symetrycznie. Prąd powietrza (spalin), wywołany przez wentylator, unosi pył w przestrzeni między stożkiem wewnętrznym a zewnętrznym płaszczem do góry, gdzie prąd zmienia kierunek i przechodzi przez otwory wieńca z przestawnymi łopatkami, nadając mu kierunek styczny do płaszcza stożka. Wskutek takiego prowadzenia oraz zmiany prę-

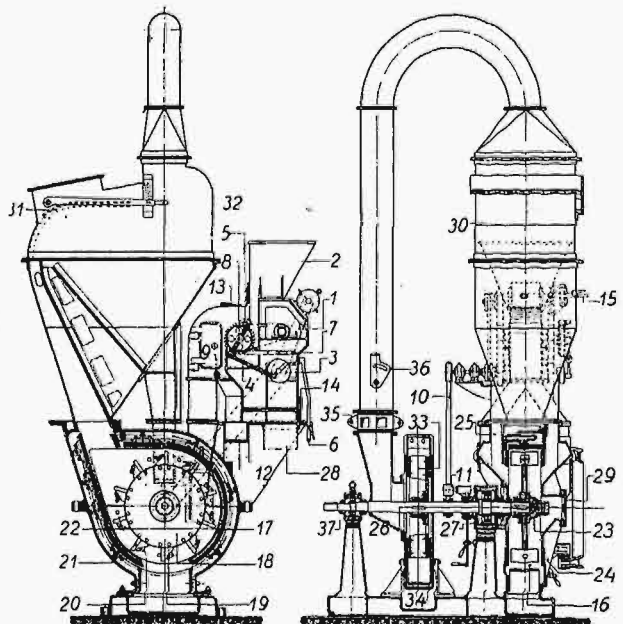
kości przy przejściu do większego przekroju, cięższe cząsteczki pyłu, powodowane swą bezwładno-



Rys. 23a. Wał młyna Raymonda częściami pomocniczymi.

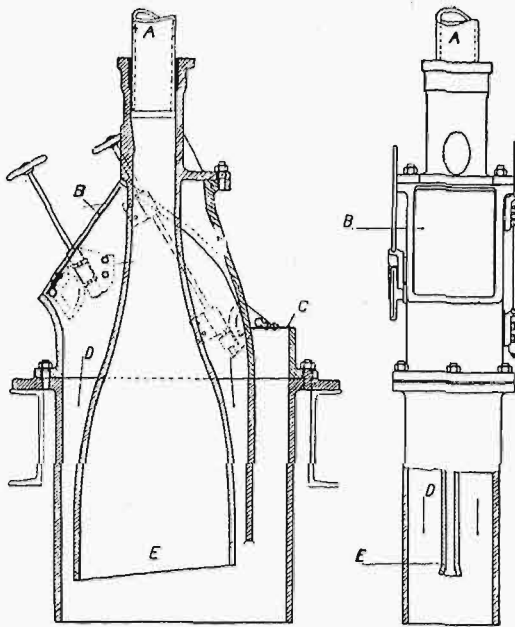
ścią, zsuwają się ruchem spiralnym na dół z powrotem do młyna, gdy lżejsze unosi prąd ze sobą do paleniska. Grubość odsiewanego pyłu reguluje ciąg wentylatora oraz nastawienie łopatek.

Rys. 24 wskazuje instalację pojedynczą do wytwarzania pyłu firmy AEG z młynem szybkoobrotowym. Cepy posiadają tu kształt płytek prostokątnych, przymocowanych promieniowo w sposób sztywny do tarczy wirującej. Przesiewanie tu jest również wiatrowe.



Rys. 24. Instalacja pojedyncza do wytwarzania pyłu firmy AEG.

Budowa palników dąży do spowodowania jaknajlepszego zmieszania pyłu z powietrzem, aby



Rys. 25. Palnik szczelinowy „Lopulco”.

uzyskać przez to jaknajprędsze spalanie przy możliwie najmniejszej ilości powietrza.

Obecnie stosowane palniki są dwojakiego rodzaju: 1) szczelinowe i 2) wirowe.

W palniku szczelinowym mieszanka pyłu i wstępnego powietrza wychodzi ze środkowej szczeliny cienką, lecz szeroką strugą, a powietrze wchodzi po obu stronach również cienkimi strugami. Dobre zmieszanie się powietrza z pyłem jest tu spowodowane: a) dużą powierzchnią zetknięcia się i b) różnicą prędkości obu strug, wywołującą wskutek tarcia ruch burzliwy (rys. 25).

Palnik firmy AEG, należący do tego samego typu, wskazuje rys. 26. Struga pyłu podzielona jest na kilka, w tym wypadku na pięć części, wypływa cienkimi, lecz szerokimi pasmami, wskutek czego ich powierzchnia zetknięcia z powietrzem jest stosunkowo duża.

W palniku wirowym „Lopulco” (rys. 27) prąd powietrza z pyłem wchodzi stycznie do we-



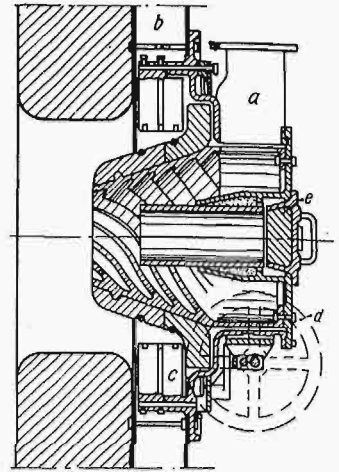
Rys. 26. Palnik AEG.

wnętrznego stożka, zaopatrzonego w śrubowe żebra, wskutek tego otrzymuje wewnątrz paleniska

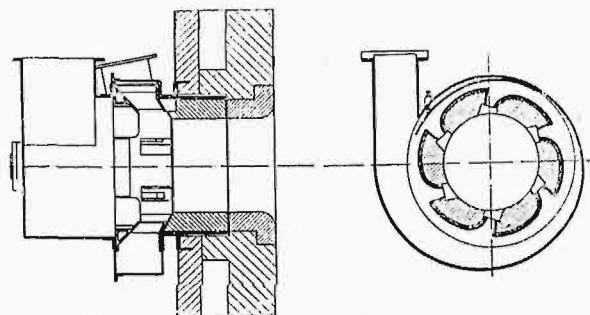
ruch wirowy, a wychodząc z niego nie płynie zwartą strugą, lecz rozpryskuje się we wszystkie strony. Powietrze wchodzi przez otwory, umieszczone na obwodzie pierścienia, otaczającego palnik, i regulowane jest przez klapki, nadające mu równocześnie kierunek.

Inne rozwiązanie palnika tego typu wskazuje rys. 28 (palnik wirowy AEG). Strumień pyłu, wprowadzony stycznie do korpusu palnika i wykonywany w nim wskutek tego ruchu wirowy, dostaje się przez otwory rozłożone równomiernie na obwodzie do strumienia powietrza płynącego w środku. Ponieważ wyloty dla pyłu są styczne do obwodu, mieszanka więc pyłu i powietrza zostaje wprowadzona w ruch wirowy.

Oprócz usiłowań uzyskania dobrego mieszania się powietrza z pyłem przez odpowiednią konstrukcję palnika, zwrócono uwagę, że można także osiągnąć to przez odpowiednie ułożenie wzajemne palników. Rys. 29 wskazuje palenisko, gdzie palniki są umieszczone w narożach i skierowują strugi stycznie do pomyślanego abstrakcyjnie wałka. Wskutek tego, że strugi odchylają się wzajemnie, powstaje wewnątrz paleniska ruch burzliwy. W innym rozwiązaniu palniki są tak rozmieszczone, że strugi uderzają o siebie pod kątem prostym, lub są skierowane ukośnie, co powoduje zderzenie się strumieni i tak samo ruch burzliwy mieszanki, prowadzący do intensywnego mieszania się pyłu z powietrzem i szybkiego jego spalania się. Wynikiem tego jest możliwość zmniejszenia przestrzeni paleniskowej. To też paleniska te wykazują znaczne zwiększenie natężenia, które wynosi przy obciążeniu normalnym do 300 000 Kal/m³/godz., przy obciążeniu najwyższym — do 440 000 Kal/m³/godz. bez szkody dla sprawności.



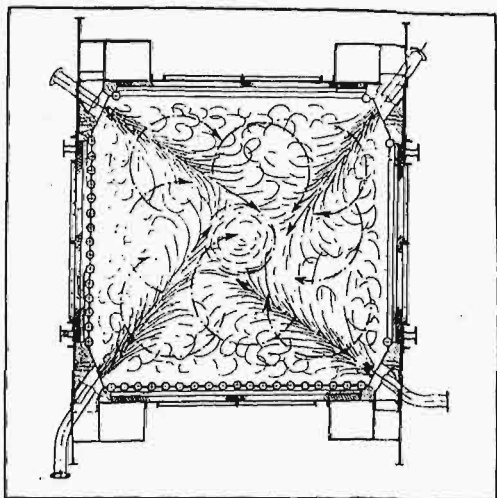
Rys. 27. Palnik wirowy „Lopulco”.



Rys. 28 Palnik wirowy AEG.

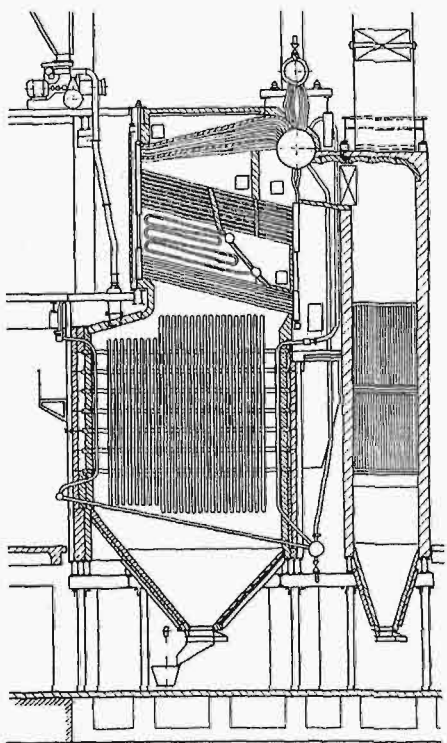
O b m u r z a palenisk pyłowych są dziś prawie wszystkie wyłożone r u r a m i w o d n e m i (rys. 30). Osiąga się przez to następujące korzyści: 1) powiększenie trwałości obmurza, gdyż a) rury zasła-

niają je częściowo, b) obniżają temperaturę paleniska, a szczególnie w pobliżu ścian; 2) zmniejszają straty ciepła przez promieniowanie nazewnątrz;



Rys. 29. Ruch wirowy w komorze spalinowej dzięki umieszczeniu palników w narożach,

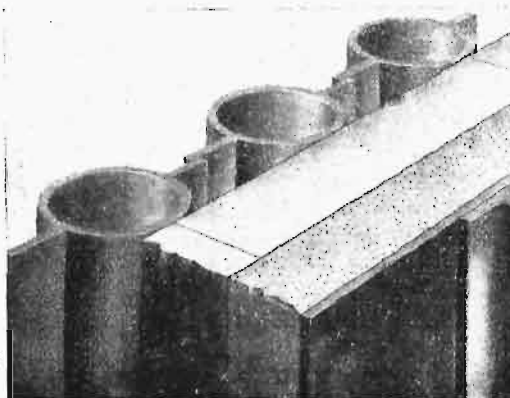
3) zmniejszają potrzebę grubych ścian, a przez to a) zmniejszają koszty obmurza, b) powiększają elastyczność paleniska; 4) powiększają intensywność pobierania ciepła przez zwiększenie powierzchni opromieniowanej. Naturalnie, że wielkość powierzchni chłodzącej palenisko, czyli — inaczej mówiąc — ilość rur otaczających je nie może być dowolna, lecz musi być ustalona drogą obliczenia w zależności od paliwa, aby zachowana była dostatecznie wysoka temperatura, potrzebna do dobrego zapalania się i spalania pyłu węglowego. Nie trzeba jednak zapominać, że mamy bardzo



Rys. 30.

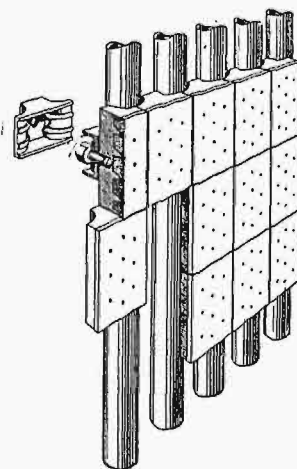
Ochładzanie ścian komory spalinowej rurami wodnymi. skuteczny środek podniesienia temperatury w palenisku, a jest nim podgrzewanie powietrza.

Oprócz rur gładkich, są także stosowane do tego celu rury skrzydełkowe (Murray, rys. 31) i rury obłożone płytami (Bailey, rys. 32), jednak stosowane znacznie rzadziej niż poprzednie, które są tańsze i spełniają dobrze swe zadanie.



Rys. 31.
Rury Murray'a.

Bardzo ważnym zagadnieniem dla konstruktora jest sprawa żużla. Aby żużel można było łatwo usuwać, musi on być albo rzadkoplłynny, albo też stężony w postaci żwirku. Żużel gęstoplłynny zastyga łatwo, a zastygły w całej masie trzeba odbijać oskardami, przyczem odłupuje się obmurze. Ze względu na powyższe, ustalili się ostatnio głównie dwa sposoby ukształtowania dolnej części paleniska, gdzie zbiera się żużel. Rys. 30 przedstawia t. zw. ruszt wodny. Tworzy go jeden lub dwa szeregi rur wodnych, nieco pochyłonych, w odstępie ok. 250 mm. Drobne kropelki żużla, pozostające po spaleniu się pyłu węglowego, spadają i ostygają bądź przez zetknięcie się z chłodnymi rurami, bądź tylko przechodząc przez strefę niższych temperatur w obrębie tych rur, gromadząc się w poniżej położonym leju w postaci żwirku, który łatwo może być dalej odprowadzony. Ruszt wodny o takim ukształtowaniu ma pewne wady, ujawniające się szczególnie przy palnikach skierowanych strumień ku dołowi i przy wysokich obciążeniach. Wydłużający się wówczas płomień sięga rusztu wodnego, a cząsteczki niespalonego jeszcze pyłu, które trafiły na ruszt, względnie go przekroczyły, gasną, powiększając nadmiernie straty popielnikowe. Tę usterkę ma na uwadze druga konstrukcja spodu paleniska pyłowego, gdzie rury są ułożone na pochyłości leja i przykryte lub nieprzykryte szamotą.



Rys. 32.
Płyty Bailey'a.

Porównanie omówionych palenisk.

Opisane paleniska, które nadają się do wielkich jednostek kotłowych, rozwijają się przy ostrej kon-

kurencji wzajemnej, przyczem zachodzą fazy, w których pewien rodzaj wysuwa się naprzód, ażeby potem ustąpić miejsca innemu. Na gruncie europejskim walczą zawzięcie ze sobą palenisko z rusztem taśmowym z paleniskiem pyłowym. W latach 1925—1928 był okres przewagi palenisk pyłowych, dziś palenisko z rusztem taśmowym dopędziło, a nawet — jak chcą niektórzy — prześcignęło je, szczególnie pod względem kosztów wytwarzania pary. Te wyniki zawdzięczają paleniska taśmowe ulepszeniom, które podaliśmy poprzednio, a zwłaszcza podmuchowi strefowemu i powiększeniu przestrzeni paleniskowej.

Aby ocenić porównawczo własności poszczególnych rodzajów palenisk, trzeba byłoby odpowiedzieć na szereg pytań, odnoszących się do ich działania, a mianowicie rozważyć: 1) do jak wielkich jednostek kotłowych mogą być stosowane poszczególne paleniska; 2) sprawność, w tym czynniki składające się na nią: a) nadmiar powietrza, b) niespalony koks w popiele i żużlu; 3) jak wysoko możemy podgrzewać powietrze; 4) niezależność od rodzaju paliwa; 5) szybkość dostosowania się do zmienionych warunków zapotrzebowania pary; 6) koszt zakładowy; 7) koszt wytwarzania pary; 8) zasypywanie otoczenia lotnym popiołem.

Na pytanie, do jak wielkich jednostek kotłowych mogą być zastosowane poszczególne paleniska, trzeba odpowiedzieć, że na pierwszym miejscu stoją tu paleniska pyłowe, które mogą być stosowane do największych budowanych dotychczas kotłów, a przy powiększaniu ich mamy do pokonania przedewszystkiem trudności, związane z samym kotłem, a nie z paleniskiem. Zauważyć należy, że wielkość ich nie utrudnia zupełnie kierowania nimi, jak to ma miejsce przy paleniskach rusztowych, gdzie trudności ruchowe wzrastają w miarę powiększania się ich wielkości. Najbardziej ograniczone co do wielkości są ruszta taśmowe, których maksymalna wielkość odpowiada, jak podaliśmy, 170 000 kg/godz., paleniska podsuwowe są budowane do 220 000 kg/godz. Sprawność termiczna palenisk pyłowych jest w ostatnim stadium budowy palenisk niewiele wyższa od palenisk rusztowych. Ta większa sprawność termiczna jest wynikiem kilku czynników. Najważniejszym jest nadmiar powietrza, który ocenia się zawartością CO_2 w spalinach. Im więcej będzie CO_2 w spalinach, tem wyższa będzie temperatura w palenisku i tem niższa strata kominowa, a tem samem tem większa sprawność. Otóż osiągalne CO_2 , zakładając spalanie zupełne, będzie przy paleniskach pyłowych 16—17%, podsuwowych 14—15%, taśmowych 13—14%. Przeciętnie są one niższe, ale porównyując paleniska w takich samych warunkach ruchowych, można uważać, że uszeregowanie i stosunek wartości będzie taki sam, jak podano.

Straty wskutek niezupełnego spalania, t. j. tworzenia się CO , jak również straty popielnikowe, t. j. niespalony węgiel w popiele i żużlu, mogą być najmniejsze przy palenisku na pył węglowy, jednak przy dobrze funkcjonujących wszystkich trzech rodzajach palenisk różnice są nieznaczne i w technicznym znaczeniu mogą być one wszystkie pod tym względem uważane za równorzędne.

Pod względem sprawności, osiąganych przy różnych paleniskach i obciążeniach normalnych oraz przy dobrym węglu, przewaga paleniska pyłowego jest nieduża, będzie jednak ona rosnąć w miarę pogarszania się paliwa. Dla praktyki porównanie takie będzie niezupełnem, jeżeli porównujemy tylko sprawności przy obciążeniach normalnych, a pominiemy pytanie, jak będą one zmieniać się przy innych obciążeniach, gdyż kotły zwykle pracują przy innym obciążeniu, niż to najkorzystniejsze. Na takie pytanie znajdziemy odpowiedź przy rozmaitych obciążeniach. Jeżeli zestawimy krzywe sprawności kotłów z temi trzema rodzajami palenisk, to stwierdzić musimy, że są one dość płaskie, t. j., że sprawność w dość obszernych granicach zmienia się, praktycznie rzecz biorąc, w jednakowym stosunku. Nadmienić tu jednak należy, że w porównaniu tem brane są pod uwagę tylko paleniska rusztowe z podmuchiem strefowym. Bez niego wyższość palenisk pyłowych jest ogromna.

Korzyści stosowania podgrzanego powietrza są dziś dostatecznie znane i nie wymagają uzasadnienia. Przypomnimy tylko, że im wyższa będzie temperatura, tem sprawność przebiegu termicznego będzie wyższa. Możliwość podgrzewania powietrza jest większa przy paleniskach pyłowych, niż przy rusztowych. Fabryki, budujące ruszty, podają, że podgrzewać można powietrze do 200°C. Według moich jednak informacyj, zebranych z ruchu, wnioskuję, że granica ta nie powinna przekraczać 150°C, gdyż ruszta nadmiernie nagrzewają się, zalewają i psują się, natomiast w paleniskach pyłowych odpowiedniej konstrukcji dochodzi się dzisiaj do 400°C, a nawet i wyżej. Ponieważ podgrzewanie powietrza wpływa dodatnio na pracę kotła, przeto pod tym względem przewaga palenisk pyłowych jest niezaprzeczoną.

Najbardziej niezależne od paliwa jest palenisko pyłowe. Może ono spalać wszystkie gatunki węgla drobnego i węgiel odpadkowy, nawet taki, który w innych paleniskach spalać się nie chce. Paleniska pyłowe można z powyższego względu uważać za paleniska najbardziej uniwersalne, chociaż nie należy z tego wyciągać wniosku, że każde palenisko pyłowe jest odpowiednie dla każdego paliwa.

Drugie z kolei miejsce pod tym względem przypada rusztowi taśmowemu, dla którego również skala paliw jest bardzo obszerna, jak podaliśmy to już poprzednio. Przypominamy, że możemy na nim spalać z dobrym skutkiem węgiel tłusty i chudy, jednak sortowany. Pospółka spala się źle, nie nadają się węgle koksujące. Dla palenisk podsuwowych istnieje ograniczenie co do zawartości węglowodorów, wilgoci i popiołu, jak podano poprzednio. Spalają one jednak dobrze pospółkę i węgle koksujące się. Nadmienię tu, że ruszta taśmowe poprzednio pozostawały znacznie w tyle poza dwoma innymi wymienionymi paleniskami: węgle chude i odpadkowe nie spalały się, a miał palił się kiepsko. Zmiany pod tym względem wprowadziły dopiero ostatnie postępy konstrukcyjne, poprzednio omówione. Związek Nadzoru Gospodarki Energetycznej Zagłębia Ruhry, na zlecenie Związku Inż. Niemieckich, wykonał pomiary ela-

styczności, których wyniki są zestawione w załączonej tabeli. Z nich wynikałoby, że najbardziej Zestawienie czasu potrzebnego do podniesienia obciążenia kotłów z 50 do 100%

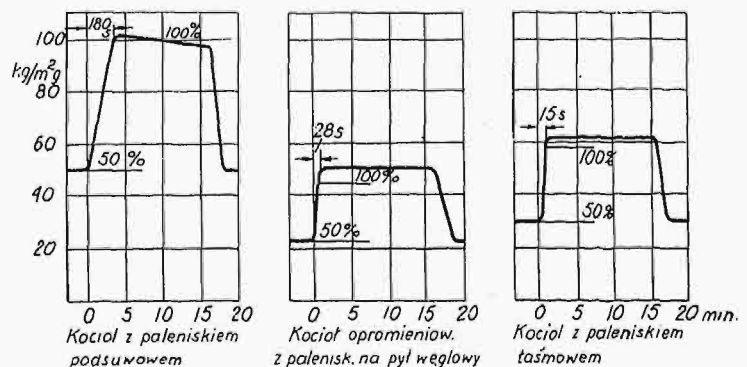
Rodzaj paleniska i gatunek paliwa	Zasilanie		Miejsce próby
	dostosowane	samosowne	
Ruszt taśmowy:			
Podmuch z regulacją strefową			
Węg. chudy—Orzech V	30	—	Steimüller
„ średni—Orzech IV	27	—	„
„ tłusty—średnio gruby	25	—	„
Pospółka koksova	28	—	„
Węg. tłusty—Orzech IV	15	—	„
„ chudy—drobny	25	—	„
Aatracyt—średnio gruby	—	48	„
Węg. tłusty—Orzech IV	68	—	k. Heinrich
Mieszany: koks, tłusty—Orzech V, żużel	65	—	k. Lothringen
Podmuch z reg. stref. odłącz. inst. pył.			
Mieszany: koks, tłusty—Orzech V, żużel	50	—	„
Bez podmuchu			
Węg. tłusty—Orzech IV	190	—	„
Palenisko na pył węglowy:			
Młyn centralny			
Pył z węgla tłustego	150	115	k. Prosper
Pył z węgla gazownianego	20	—	I. Hardenberg
Młyn indywidualny			
Pył z węgla tłustego	130	—	k. Mont Cenis
Palenisko gazowe			
Gaz koksowniany	120	—	k. Prosper

zdolne do szybkiego przystosowania się do zmienionego zapotrzebowania pary jest nowoczesne palenisko taśmowe. Przytaczając powyższe wyniki, muszę jednak zupełnie otwarcie przyznać się, że są one dla mnie nie tylko rewelacyjne, ale i niezrozumiałe. Ze palenisko taśmowe, przez wprowadzenie szeregu ulepszeń, o których poprzednio mówiliśmy, a przede wszystkim przez podmuch strefowy, stało się znacznie bardziej elastycznym, to już podkreślałem, ale, według mego zdania, mimo tego wszystkiego brak w niem tych cech, aby takie wyniki uzasadnić. Dla wzmoczenia wydajności paleniska, przy zachowaniu odpowiedniej sprawności, trzeba nietylko wzmóc ciąg, ale i doprowadzić zwiększoną ilość paliwa, czego w tak krótkim czasie, jak podany, ruszt taśmowy skutecznie nie może. Ponieważ szczegóły przeprowadzenia badań nie są podane, można tylko robić przypuszczenia. Osiągnięte wyniki można w ten sposób wytłumaczyć, że palenisko przed wzmoczeniem odbioru pary było przygotowane do tego przez odpowiednie zgrubienie warstwy paliwa, a w chwili zwiększenia zapotrzebowania wystarczało tylko powiększyć ciąg. Możliwe było jeszcze inaczej postąpić, ale nad tem nie będę dalej rozwodził się, tylko zaznaczę, że takie postępowanie daje wprawdzie możliwość szybkiego dostosowania się do zmienionego obciążenia, lecz w grę tu wchodzi zbyt dużo przewidywania i doświadczenia palacza, ażeby to wszystko przenieść na korzyść właściwości paleniska, tembardziej, że takie prowadzenie sprzeciwia się warunkom dobrej sprawności. Dlatego pod względem zdolności przystosowania się do zmienionego zapotrzebowania pary ja inaczej uszereguję paleniska, aniżeli wynika z podanych badań, mianowicie: 1) paleniska pyłowe, 2) paleniska podsuwowe, 3) paleniska taśmowe. Takie uszeregowanie uzasadnia doświadczenie praktyki: paleniska pyłowe i podsuwowe są stosowane do krycia obciążenia szczytowego, do czego najmniej dotychczas nadawały się paleniska z rusztami posuwowymi. Nie-

mniej jednak nie można tracić z oczu wyników przytoczonych badań i należy śledzić, czy dalsze doświadczenia je potwierdzają. Gdyby to miało miejsce, musiałbym przyznać, że to palenisko z rusztem taśmowym, które było użyte do badania, jest najlepsze ze wszystkich znanych.

Porównanie kosztów instalacyjnych i ustalenie jakiegoś stosunku jest bardzo trudne, gdyż spotykane dane są rozbieżne, a nawet wręcz przeciwnie. Stwierdzić jednak można, iż koszt instalacji pyłowych naogół przeważają inne. Według referatu Schultzego na Konferencji Energetycznej w Berlinie 1930 r., koszt instalacji kotłowej z paleniskami pyłowymi jest o 10 do 15% większy, niż koszt instalacji z rusztami (dla kotłów od 300 do 900 m² powierzchni ogrzewanej). Różnica przytem maleje w miarę wzrostu jednostek kotłowych, względnie instalacji. Nadmienić tutaj należy jednak, że instalacja złożona z kotłów opromieniowanych z paleniskami pyłowymi (co jedno drugiemu harmonijnie odpowiada) jest znacznie tańsza niż instalacja z kotłami normalnymi i paleniskami rusztowymi.

Również dużą rozbieżność wykazują sprawozdania o kosztach wytwarzania pary. Elektrownia w Szczecinie, która przeprowadziła równoległe badania, podaje koszt wytworzonej pary o 10% większy przy instalacji pyłowej, niż przy instalacji rusztowej. Jednak trzeba podkreślić, że instalacja pyłowa tam zbudowana posiada centralne urządzenie do wytwarzania pyłu, co jest droższe, jak powiedziane było przy omawianiu palenisk pyłowych, niż instalacja pojedyncza. Przy instalacjach pojedynczych różnica kosztów maleje, a — jak twierdzą niektórzy — niema jej zupełnie. Do tego sporu mogę dodać, że najwięcej głosów przeciw paleniskom pyłowemu podnosi się w Niemczech, gdzie spadek instalacji pyłowych jest bardzo znaczny, natomiast w Ameryce buduje się ich w dalszym ciągu bardzo wiele. W roku 1930 zbudowano instalacji kotłowych, opalanych pyłem węglowym, w Niemczech: 0,6%, w Ameryce 40% ogólnej ilości instalowanych kotłów. Dla porównania bardzo ważne wreszcie są: jakość paliwa i warunki ruchu: takie same instalacje pyłowe mogą w jednych warunkach nie opłacać się, a w innych przeciwnie. Wreszcie nie bez znaczenia dla oceny kosztów będą także i następujące uwagi. Znanem jest dostatecznie, że kosztorysy rozmaitych fabryk, składane na takie same urządzenia, różnią się znacznie, i nie są rzadkie wypadki, gdy różnice



Rys. 33. Czas potrzebny do podniesienia obciążenia rozm. rodzajów kotłów z 50 do 100%.

sięgają 30%, a nawet i więcej. Dlatego ustalenie, że jedno rozwiązanie konstrukcyjne kosztuje w każdym wypadku o kilka procentów (do 10%) drożej niż inne, jest rzeczą bardzo niepewną, i inżynier nie może na niem bezwzględnie opierać się, lecz traktować to tylko jako informację, a wnioski swoje oprzeć na porównaniu kosztorysów zebranych dla każdego poszczególnego wypadku, przeprowadzając odpowiednią kalkulację. Druga uwaga, że niejednokrotnie przeprowadza się porównania w warunkach zupełnie niewspółmiernych. Wysokie gwarancje palenisk taśmowych do miału są

odniesione zazwyczaj do takiego paliwa, które tylko nazwane jest miałem, a w rzeczywistości nim nie jest i musi być tworzone sztucznie przez mieszanie pospółki z miałem. Natomiast gdy przeprowadzi się badanie na miale rzeczywistym, i to późniejszego gatunku, wyniki palenisk pyłowych będą bez porównania wyższe niż taśmowych. Ujemną cechą palenisk pyłowych jest zasypywanie okolicy lotnym popiołem. Ale tu także trzeba zrobić uwagę, że taka sama wada występuje przy paleniskach rusztowych, pracujących z dużymi natężeniami, a szczególnie na miale węgla chudego.

50-lecie rozpoczęcia robót wodociągowo-kanalizacyjnych w Warszawie.

Z pism dawnych i zapisek podał L. Gembarzewski, inż.-technolog.

Wr. b. upływa 50 lat od rozpoczęcia w 1882 roku robót wodociągowo-kanalizacyjnych, wskutek czego Warszawa, chociaż naówczas tylko „miasto gubernjalne”, mogła już po kilku latach szczyścić się urządzeniami, przewyższającymi, pod względem technicznym i monumentalności wykonania, także urządzenia wielu stolic europejskich.

Zasługa wprowadzenia wodociągów i kanalizacji w Warszawie przypada ówczesnemu prezydentowi miasta generałowi Sokratesowi Starynkiewiczowi inicjatorowi i orędownikowi sprawy wobec władz rosyjskich, inżynierowi Wiliamowi Lindleyowi, twórcy generalnych projektów obydwu instalacji, i synowi tegoż inżynierowi Wiliamowi Heerleynowi Lindleyowi, który pracował przy ojcu nad temi projektami, a następnie opracowywał projekty szczegółowe i był naczelnym inżynierem budowy.

Projekty były zatwierdzone w kwietniu 1881 r. Roboty były wykonywane pod dozorem specjalnego Komitetu budowy wodociągów i kanalizacji. Komitet składał się początkowo z przewodniczącego (prezydenta miasta), 20 obywateli (właściciele nieruchomości) i 5 członków, mianowanych przez generał-gubernatora. Z tych 26 członków było 24 Polaków; wśród mianowanych był jeden Rosjanin.

Pierwsze posiedzenie Komitetu odbyło się 13 lipca 1881 r. Na tem posiedzeniu miał być rozpatrywany projekt kontraktu („Kurjer Warszawski” Nr. 155 z dn. 14.VII.1881 r.), jaki zamierzano zawrzeć z obydwoma Lindleyami. W czasie dyskusji okazało się, że projekt jest już zatwierdzony przez Petersburg; zebrani członkowie uważali wobec tego za niewłaściwe zajmować się nim, uznali zebranie za nieoficjalne i zwrócili się do przewodniczącego z prośbą jasnego skreślenia zakresu ich działalności i atrybucyj, co prezydent uznał za słuszne i obiecał przygotować odpowiednią instrukcję.

Chociaż na tem pierwszym posiedzeniu zapadły dwie uchwały: negatywna — nie rozpatrywać projektu kontraktu, i pozytywna — przygotować

instrukcję, która to uchwała została następnie wykonana, to jednak niektórzy uważają, że to nie było pierwsze posiedzenie Komitetu. Do liczby tych należeli najwidoczniej i sami członkowie Komitetu, ponieważ jeden z nich, ówczesny redaktor *Przeгляdu Technicznego*, inż. Feliks Kucharzewski, podając sprawozdanie z „Czynności komitetu kanalizacyjnego w Warszawie” (Prz. Techn. t. XVI 1882 r., str. 45), nazywa posiedzenie Komitetu z d. 19 grudnia 1881 r. — czwartem. Z innego źródła (Kurj. Warsz. z d. 6 października, 3 listopada, 13 grudnia 1881 r.) okazuje się, że odbyły się przed tem czwartem posiedzeniem (oprócz lipcowego) — trzy: 5 października, na którym rozpatrywano projekt instrukcji i przyjęto ją z małymi zmianami; 2 listopada, podczas którego W. H. Lindley przedstawił plan robót na całe pięcioletnie 1882—1886 r. i rozdano członkom instrukcję; 12 grudnia, na którym była mowa o zamierzonym kupnie placów pod budowę stacji rzecznej i o konieczności zamówienia rur.

A zatem, czyniąc zadosyć wszelkiej formalistyce, można przyjąć posiedzenie Komitetu, odbyte dn. 5 października 1881 r., za pierwsze.

Komitet sprawował swe czynności przez 34 lata. Ostatnie posiedzenie jego odbyło się d. 10 listopada 1915 r.

Jedynym członkiem, uczestniczącym w pierwszym i ostatnim posiedzeniu Komitetu, był Prof. hon. Dr. inż. h. c. Feliks Kucharzewski, który żywo interesował się sprawami wodociągowo-kanalizacyjnymi w czasie istnienia Komitetu, następnie jako członek Delegacji do spraw Sekcji, za czasów okupacji niemieckiej, a później Wydziału wodociągów i kanalizacji Magistratu m. st. Warszawy, był czynny do 1 stycznia 1924 r. Atrybucje członków Delegacji co do budowy były takie same jak b. Komitetu, a rozszerzono je i do spraw eksploatacji. Dnia 1 stycznia 1924 r. utworzono z Wydziału wod. i kan. autonomiczne Przedsiębiorstwo wod. i kan., na którego czele stoi Zarząd, składający się z pięciu osób.

Przechodzę do ustalenia roku rozpoczęcia robót wodociągowo-kanalizacyjnych.

Niektórzy uważają, że ponieważ w 1881 r. nastąpiło powołanie do życia Komitetu budowy i że w ciągu ostatnich dwu miesięcy tego roku zaczęto tworzyć biuro budowy, które miało za zadanie opracowywanie szczegółowych projektów i warunków dostawy przedmiotów potrzebnych do budowy, to za rok rozpoczęcia budowy należy uważać 1881 rok. Podług mnie, jest to niesłuszne. Można mieć najszczegółowiej opracowane projekty i przygotowane warunki na dostawę materiałów, lecz gdy one nie są rzeczywistnie, to nie będzie to jeszcze rozpoczęciem budowy.

Zobaczmy, jak na tę sprawę zapatrywano się przed pięćdziesięciu laty. Na 6-em posiedzeniu Komitetu budowy d. 12 kwietnia 1882 r. (P r z. T e c h n. 1882 r. t. XVI, str. 69) jeden z członków Komitetu „prosił o objaśnienie kiedy przystąpione będzie do robót i jakich mianowicie, Lindley objaśnił, że roboty mogłyby być wkrótce rozpoczęte — to jednak nie od niego zależy”. Na tem samem posiedzeniu przewodniczący zakomunikował Komitetowi, że nabyto 3 posesje pod budowę stacji rzecznej i istniejące na nich budynki będą w krótkim czasie rozebrane”. — Roboty wodociągowe miały się zacząć od budowy stacji rzecznej.

Z następnych sprawozdań z posiedzeń Komitetu widzimy, że w 1882 r. zamówiono pewną ilość rur wodociągowych i cegłę, rozważano wynik konkurencji na dostawę pomp i kotłów parowych na stację rzeczna, gdyż nie mając rysunków pomp i kotłów nie można było projektować budynku maszynowego i kotłowni. W 1882 r. dostarczono rury na stację rzeczna, w końcu roku pół miliona cegieł na stację filtrów i oparkano stację filtrów.

Ten powolny bieg budowy wywoływał zarzuty Komitetu przeciwko kierownictwu, z zapisaniem ich w protokołach posiedzeń, co znalazło silny oddźwięk w artykule, zamieszczonym w *Przebiegu Technicznym* (tom 17, 1883 r., str. 73—76), p. t. „Działalność inż. W. H. Lindleya w Warszawie”. Zarzuty tyczyły się nietylko działalności technicznej i administracyjnej. Dziwiono się także, że prasa codzienna nic nie pisze o niedośćwie prowadzenia budowy i nie powiadamia o tem mieszkańców.

Na str. 143 tegoż tomu *Przebiegu Technicznego* czytamy: „W ciągu maja (1883 r.) odbyły się posiedzenia Komitetu kanalizacyjnego dn. 5 i 23 i Komisji technicznej 19, 22 i 30, poświęcone załatwieniu interesów, odnoszących się do dostaw materiałów, robieniu wyrzutów zastępcy inżyniera głównego, że jeszcze tak wiele przygotowań braknie do rozpoczęcia robót...”

W grudniowym zeszycie *Przebiegu Technicznego* z r. 1883, na str. 139—141, zamieszczono znowu artykuł p. t. „W sprawie kanalizacji”. Autor stawia ciężkie zarzuty W. H. Lindleyowi, lecz także ostro rozprawia się z Komitetem budowy. Interesuje mnie jednak w tym artykule zaznaczenie, że roboty przy budowie wodociągów i kanalizacji rozpoczęto w połowie roku 1883.

Mamy więc jednych, którzy utrzymują obecnie, że rozpoczęcie budowy wod. i kan. nastąpiło w 1881 r., zaś innych, współczesnych początkom bu-

dowy, — że roboty te rozpoczęto w połowie 1883 r. Powstaje pytanie, kto ma słuszność?

Gdyby do wykonania robót wodociągowych i kanalizacyjnych używano materiałów, które można w każdej chwili znaleźć na rynku, to w takim razie należy przyjąć za rok rozpoczęcia robót rok 1883. Lecz sprawa przedstawia się inaczej: rury wodociągowe, innego typu i innych średnic, niż używane w dawnych wodociągach Marconiego, trzeba było dopiero odlewać, zaś do kanalizacji, budynków maszynowych, filtrów trzeba było wyrobić cegłę innych wymiarów i innych własności, niż stosowana przy budowaniu domów. A więc rozpoczęciem robót było rozpoczęcie wyrobu rur wodociągowych i cegły; odbyło się to oczywiście nie na samem miejscu budowy, lecz to istoty rzeczy nie zmienia. Podano powyżej, że w 1882 r. zakupiono place pod budowę stacji rzecznej, że usunięto budynki z tych placów, że oparkano plac, na którym miano budować filtry (parkan przetrwał przez 35 lat), a oprócz tego w tym roku wykonano i dostarczono rury i cegłę. A zatem rok 1882 jest rokiem rozpoczęcia budowy wodociągów i kanalizacji podług projektów z 1878 r. Główny inżynier W. H. Lindley uważał również rok 1882 za rok rozpoczęcia budowy; z tego powodu 10-lecie rozpoczęcia robót obchodzono w 1892 r., a 25-lecie — w 1907 r.

Inż. W. H. Lindley był bardzo wrażliwy na zarzuty, jakie stawiano projektom w prasie. Prawie na każdy z nich odpowiadał obszernem pismem. Jeszcze w 1880 r. odbyły się w magistracie dwa publiczne zebrania dyskusyjne, na których „jako obrońca projektów okazał się tu po raz pierwszy inż. W. H. Lindley (syn), człowiek młody, jak wnosić można było zdolny, a zwłaszcza umiejący dobrze mówić” — tak charakteryzował go w trzy lata potem krytyk w *Przebiegu Technicznym*. Dziwne się wydaje jego postępowanie następne; na zarzuty, o których wspomniano wyżej, nie odpowiadał, a na oko rzeczywiście słuszny był zarzut, że zwlekał z rozpoczęciem robót. Od czasu zatwierdzenia przez Komitet warunków na dostawę rur do czasu ich zamówienia upłynęło 4 miesiące; na rozpatrzenie 5 ofert na dostawę pomp parowych i kotłów potrzebował aż sześciu miesięcy! Zapomniano o tem, co wyjaśnił, na posiedzeniu Komitetu 12 kwietnia 1882 r., „że roboty mogłyby być wkrótce rozpoczęte — to jednak nie od niego zależy”. Nie zapytano się wówczas i później, od kogo, czy od czego zależy to rozpoczęcie robót. A w Komitecie zasiadali ludzie poważni i polemikę w *Przebiegu Technicznym* prowadzili także ludzie poważni, chociaż podpisani tylko inicjałami, z których łatwo się było domyśleć nazwisk. Odpowiedź byłaby prosta — niema funduszy na prowadzenie robót. Starania o fundusze nie należały do obowiązków Lindleya.

Przy zatwierdzaniu projektów jednocześnie zatwierdzono program pierwszych robót, stanowiących w sobie pewną całość, na sumę 2 milionów rubli. Około 800 000 rb. miano zaczerpnąć z kapitału zapasowego miasta, a na 1 200 000 rb. miała być zaciągnięta pożyczka. Pośpieszono się z utworzeniem Komitetu budowy i otwarciem biura budowy,

i wtenczas, widocznie, dopiero spostrzeżono, że nie można rozpocząć budowy wodociągów i kanalizacji, nie mając zapewnionych środków, gdyż mógłby być wydany kapitał zapasowy na roboty, które nie będą ukończone, lub ukończyć je będzie można w dalekiej przyszłości. Obawiano się wówczas tworzenia „polskich ruin”.

Z akt archiwum magistratu, dotyczących się 1-ej pożyczki kanalizacyjnej, można wywnioskować, że w 1882 r. pertraktowano w sprawie pożyczki z bankami miejscowymi: b. Bankiem Polskim, Bankiem Handlowym w Warszawie, Bankiem Dyskontowym i Towarzystwem Wzajemnego Kredytu o 5% pożyczkę obligacyjną na sumę nominalną 1 350 000 rb., którą miano wypuścić po kursie około 91%. Pertraktacje miały się ku końcowi, lecz zjawił się konkurent w osobie barona Frenkla, reprezentującego kapitalistów zagranicznych, oferującego pożyczkę obligacyjną 5% na sumę 1 200 000 rb. al pari. Sprawa się przewlekła. Frenkiel w czasie pertraktacji umarł i pozostało tylko konsorcjum miejscowe. Minister finansów zgodził się na warunki jego i zatwierdził pożyczkę 19 sierpnia 1883 r. I od tego czasu roboty wodociągowe i kanalizacyjne prowadzono tak szybko, że wszystko to, co miało być wykonane w ciągu 5 lat, od początku 1882 r. do końca 1886 r., zostało wykonane. W „Rozporządzeniach zarządu miejskiego m. Warszawy” Nr. 215, z dn. 12 października 1886 r. znajdujemy zawiadomienie: „Po skończeniu budowy stacji pomp rzecznych nowego wodociągu i filtrów na Koszykach, zaczęło się działanie nowego wodociągu i miasto zaopatruje się w wodę, czerpaną z Wisły w pobliżu rogatki Czerniakowskiej, należycie oczyszczoną na stacji filtrów”. Zawiadomienie było trochę spóźnione, gdyż pierwszy raz puszczono wodę w nową sieć (P r z. T e c h n. 1887 r., str. 68), a mianowicie w rury dolnej części miasta, dn. 3 lipca 1886 r. Woda spływała na Powiśle ze stacji filtrów kanałem betonowym i rurą żeliwną, dochodziła do dawnej stacji wodociągowej przy ul. Dobrej, gdzie przetłaczano ją do dawnej sieci górnego miasta. Trwało to przetłaczanie do chwili ukończenia wieży ciśnień i uruchomienia pomp na stacji filtrów, t. j. do połowy 1887 r. (P r z e g l. T e c h n. 1887 r., str. 68 i 194); od tego czasu zaczęło się zasilanie wodą nowej sieci górnego miasta. Stary wodociąg przy ul. Dobrej przestał funkcjonować 31 grudnia 1888 r. Na Pragę zaczęto dostarczać wodę z nowych zakładów w 1896 r.

Widocznie nie wszyscy członkowie Komitetu budowy byli wtajemniczonymi w przebieg sprawy pożyczki. Niestusne więc czynili zarzuty opieszałości Lindleyowi, który tylko zasłonił swem postępowaniem niedopatrzanie magistratu i generał-gubernatorstwa. Prasa codzienna nie podnosiła sprawy początkowej powolności budowy, ponieważ ówczesny cenzor Ryżow zabronił dziennikom drukowania czegoś nieprzyjemnego dla władz rządowych.

Działalność W. H. Lindleya, jako głównego inżyniera budowy, a następnie i eksploatacji wodociągów i kanalizacji, trwała do 4 sierpnia 1915 r., kiedy to wskutek okupacji Warszawy przez Niemców i przerwania styczności z Europą nie mógł pełnić tutaj swych obowiązków. Śmierć zaskoczyła go

d. 30 grudnia 1917 r. w Londynie w 64 roku życia. Umarł jako S i r, którym to tytułem obdarzył go w 1911 r. król Jerzy V, i jako D o k t ó r I n ż y n i e r j i h o n o r i s c a u s a, uzyskawszy ten stopień naukowy od politechniki darmsztadzkiej. Był dożywotnim członkiem Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

Przebieg czasu od 1882 r. do roku bieżącego, w którym rozwijała się budowa wodociągów i kanałów, można podzielić na trzy okresy.

Okres 1-szy od 1882 r. do połowy 1915 r.

Budowa odbywała się pod kierownictwem inż. W. H. Lindleya, który wprowadził znaczne zmiany w projekcie generalnym z 1878 r. w obydwu działach. Projekt urządzeń wodociągowych, mających dostarczać normalnie (t. j. średnio z całego roku) 85 000 m³ wody na dobę, maksymalnie 120 000 m³, zmienił o tyle, żeby dostarczały 100 000 i 140 000 m³, powiększając projektowaną powierzchnię filtrów 71 000 m² do 82 000 m² i dodając osadniki przesklepione. Odpowiednio do tego powiększył i średnicę przewodów wodociągowych magistralnych. Praktyka wykazała, że gdyby projekty W. H. Lindleya były wykonane w całym zakresie, to możnaby obecnie dostarczać do miasta conajmniej normalnie 125 000 m³, dochodząc, w razie zwiększonego zapotrzebowania, do 155 000 m³. W dziale zaś kanalizacji powiększył wymiary kanałów głównych i dodał kanał główny dla ścieków w dzielnicy Starego Miasta, które miały być spuszczone do kanałów powiśla, a stąd przepompowywane do kanału głównego górnego miasta. Oprócz tego, w kanałach muryowanych zmienił sklepienie półkolistę na eliptyczne, przez co powiększyła się ich wysokość, a więc i pojemność, zaś ułatwiła się ich obsługa.

W tym okresie wykonano następujące główne budowle (liczby, podane w nawiasach, wskazują, co miało być jeszcze wykonane podług zamierzeń W. H. L.) i prace. Na stacji pomp rzecznych zbudowano 3 (4) pawilony dla 9 (12) pomp tłokowych, dwa budynki dla 15 (18) kotłów parowych, dwa składy węgla, dwa kominy, ułożono 3 (4) rury ssące i zbudowano 3 (4) zatoki do ujęcia wody z Wisły, które okazały się b. pożyteczne wogóle, a szczególnie w czasie zamarzania Wisły, i zabezpieczyły ciągłość czerpania wody z rzeki. Ułożono 3 rury tłoczne, łączące stację pomp rzecznych ze stacją filtrów. Na stacji filtrów zbudowano 3 (6) grupy osadników przesklepionych o pojemności 72 000 (144 000) m³, 30 (36) filtrów piaskowych o powolnym działaniu, w 5 (6) grupach o powierzchni ogólnej 67 950 (82 000) m², 3 (6) zbiorniki do czystej wody o pojemności 60 000 (120 000) m³, 2 (3) budynki maszynowe dla 6 (12) pomp parowych nur-nikowych, 2 kotłownie z 12 (18) kotłami parowymi, 2 składy węgla, wieżę ciśnień z umieszczonym w niej kominem i sieć rur, łączących wszystkie te urządzenia ze sobą. Dwa domy administracyjne i magazyny w oddzielnych budynkach.

Rur wodociągowych magistralnych i rozdzielczych w Warszawie i na Pradze ułożono w tym okresie 313 km.

Z kanałów wybudowano: kolektor bielański, 4 główne kanały w górnym mieście i 2 na powi-

ślu, zaś na Pradze kanał, do którego spływają ścieki z całego przedmieścia i doprowadza się je do Gołędzinowa, 2 kanały główne i część dwu innych kanałów głównych; 5 (8) kanałów burzowych — 4 dla górnego miasta i 1 dla dolnego.



Rys. 1. Widok wieży ciśnień i budynków maszynowych.

Ogólna długość kanałów głównych, burzowych i ulicznych, w d. 31 grudnia 1914 r. wynosiła 208 km.

Na placach przy zbiegu ul. Dobrej i Karowej, gdzie mieścił się dawny zakład wodociągowy, zbudowano stację do podnoszenia ścieków z powiśla do kanału głównego górnego miasta, a w razie ulewy i wysokiego stanu Wisły — do niej, zaś na Gołędzinowie stację (prowizoryczną) do przepompowywania ścieków praskich do Wisły. W r. 1910 zaczęto budować na Kaskadzie (w bliskości Marymontu) oczyszczalnię ścieków warszawskich. Roboty wstrzymano, gdyż nie można było zadosyćczyć wszystkim wymaganiom władz rosyjskich, a wymagania te wciąż się zwiększały i zmieniały.

Ponieważ w projekcie kanalizacji z 1878 r. Praga była potraktowana tylko szkicowo, więc magistrat w początku 1899 r. polecił W. H. Lindleyowi opracowanie odpowiedniego projektu. Lindley spełnił to zadanie i przedstawił 14-go kwietnia 1900 r. projekt kanalizacji Pragi. Projekt był rozpatrywany przez specjalną komisję, spotkał się z zupełnie nieuzasadnioną krytyką, więcej z pobudek osobistych, niż rzeczowych, jednak był ostatecznie przyjęty przez magistrat i władze nadzorcze i podług niego wykonano kanalizację (dotychczas częściową) Pragi. Projekt przewidywał oczyszczalnię ścieków na Gołędzinowie, i szczegóły tej oczyszczalni były następnie opracowane w biurze technicznym zarządu budowy wod. i kan., lecz do wykonania nie przystąpiono.

Przy rozwiązywaniu zagadnienia kanalizacji Pragi musiała być uwzględniona i przyszła kanalizacja Saskiej Kępy. W tym celu Lindley zapro-

jektował (przed 30 laty) 3 sposoby terenowego uregulowania Kępy. Kopje heljograficzne tych projektów oddałem w swoim czasie do biura regulacji miasta. Przypuszczam, że nie były wzięte pod uwagę — wytknięto na Saskiej Kępie ulice, zaczęto je zabudowywać, a obecnie czytam w pismach o trudnościach, jakie się napotyka przy regulacji Saskiej Kępy z powodu jej niskiego położenia względem poziomu Wisły.

W celu utrzymania prawidłowego funkcjonowania sieci rur wodociągowych z ich zasuwami, hydrantami pożarowymi, odpowietrznikami i regulatorami ciśnienia i umożliwienia szybkiej naprawy rur pękniętych, a także w celu należytego działania kanałów, ich przepłókiwania, oczyszczania, naprawy w miarę potrzeby, jak również studzienek wpustowych ulicznych, utworzono specjalny oddział pod nazwą Inspekcji sieci rur wodociągowych i kanałów. Oddział ten wykonywa połączenia rur wodociągowych rozdzielczych z domami, do miejsca ustawienia wodomierza. Wodomierze wprowadzono od samego początku dostarczania wody z nowych wodociągów. Do sprawdzania i naprawy wodomierzy urządzono przy Inspekcji specjalne warsztaty. Inspekcja zatrudnia znaczną liczbę rzemieślników różnych fachów i robotników i pod względem liczby ich przewyższa inne oddziały (stacje). Zakres działania Inspekcji rozciąga się na obszar całego miasta.



Rys. 2. Wnętrze filtra: kanały zbiorcze do wody czystej, lecz bez materiału filtracyjnego. Rysunki konstrukcyjne podane są w Przegl. Techn. 1884 r., tabl. XIV.

Dozór nad prawidłowym wykonaniem robót wod.-kan. w nieruchomościach powierzono Inspekcji kanalizacji nieruchomości, do której obowiązków należało także opinowanie o projektach tych instalacji, zatwierdzanych przez głównego inżyniera

ra. Inspekcja kieruje się instrukcją, zatwierdzoną przez władze wyższe.

W czasie przystępowania do robót wodociągowych i kanalizacyjnych nie było dokładnego i w odpowiedniej skali planu miasta — największa skala 1 : 4200. Utworzono więc przy biurze budowy w 1882 r. oddział pomiarów, który stopniowo się rozwinął i sporządził w tym okresie szczegółowy plan miasta w skali 1 : 250 na 577 arkuszach, o wymiarach zarysowanej części 835 × 640 mm i plan 1 : 2500 na 21 arkuszach. Oprócz tego zniwelowano miasto i sporządzono plany niwelacyjne. Z prac tego oddziału korzystały wszystkie wydziały i instytucje miejskie. Przez długi czas oddziałem pomiarów kierował inż. *M a r c e l i J e ż o w s k i*. Bliższe dane o tych pracach umieszczono w dziele „*O p i s u r z ą d z e ń k a n a l i z a c y j n o w o d o c i ą g o w y c h i p o m i a r ó w m. W a r s z a w y*”, wydanem przez magistrat po rosyjsku, a po polsku — prywatnym nakładem. W dziele tem na 270 stronicach dużej 8-ki znajduje się szczegółowy opis techniczny urządzeń, wykonanych do 1911 r. i ilustrowanych rysunkami na 81 oddzielnych tablicach i 66 rysunkami i fotografjami w tekście. Z tego powodu w niniejszej notatce wspominam o nich ogólnie, uzupełniając opis ich niektórymi szczegółami, tam nie zamieszczonemi.

Na trzech większych stacjach i w budynkach Inspekcji sieci urządzone kąpiele, z których korzystają nie tylko robotnicy, lecz i ich rodziny. Oprócz tego urządzone ambulatorja, należycie zaopatrzone, w których udzielane są porady lekarskie i robotnikom i ich rodzinom.

W krótkim czasie po uruchomieniu filtrów zaczęto badać wodę w różnych stadjach jej oczyszczania pod względem bakterjologicznym. Początkowo badania odbywały się sporadycznie, zaś od 1894 r. codziennie. W tym celu na stacji filtrów założono specjalną pracownię. Do czasu wojny tylko dwa zakłady wodociągowe w Europie badały wodę pod względem bakterjologicznym codziennie — w Warszawie i Hamburgu.

O wpływie wodociągów i kaalizacji na stan sanitarny miasta w rozpatrywanym okresie sędzić można z następujących liczb. W roku 1882 (rozpoczęcia robót) było zgonów 33 na 1000 mieszkańców. w końcu zaś okresu 18.

Do roku 1894 dochody z wodociągów i kanalizacji nie pokrywały wydatków na umorzenie pożyczek, spłatę odsetek od nich i eksploatację; miasto wydało na ten cel z innych funduszków około 1 800 000 rb. Rok 1895 był pierwszy, w którym miasto otrzymało już czysty dochód, który się następnie z roku na rok powiększał, wyniósł w 1910 r. przeszło 500 000 rb. i na tej wysokości utrzymał się już do końca okresu.

D o p i s e k. Uzupełniając spis robót i prac, jakie wykonał inż. *W. H. Lindley* dla Warszawy, podaję, że z polecenia magistratu opracował w 1898 r. b. szczegółowy „*P r o j e k t z a o p a t r z e n i a m. W a r s z a w y w e l e k t r y c z n o ś ć*”, gdyż miasto zamierzało podjąć się tego przedsięwzięcia na swój rachunek, jak poprzednio z dobrym skutkiem podjęło się budowy wodociągów

i kanalizacji. Dzięki krótkowzroczności dwu inżynierów, mających w owych czasach duże znaczenie w Warszawie, projekt nie został urzeczywistniony. Gdyby był wykonany, to pieniądze, które płyną obecnie do Paryża i Berlina, płynęłyby do kasy miejskiej.

Okres 2-gi — od połowy 1915 r. do końca 1923 r.

Był to najsmutniejszy czas i dla budowy i dla eksploatacji wodociągów i kanalizacji — okupacja niemiecka do 11 listopada 1918 r. r., a następnie inflacja marki polskiej. Wynikiem tych czynników było ograniczenie robót budowlanych do minimum; starania kierownictwa były zwrócone do utrzymania wodociągów w takim stanie, aby woda była dostarczana bez przerwy i odpowiedniej jakości. Dość powiedzieć, że w czasie 1920—1923 r. oddawano 1 m³ wody po średniej cenie 7 groszy, gdy przed wojną cena ta wynosiła 40,5 gr. teraźniejszych. Jednakże i w tych warunkach zdołano wykonać niektóre roboty nowe. Wybudowano na stacji rzecznej i stacji filtrów budynki maszynowe, dla których wykopy rozpoczęto w 1914 r. Zamówiono i sprowadzono na każdą z nich po 3 pompy wirnikowe z silnikami elektrycznymi, przytem pompy o większej wydajności, niż poprzednie pompy parowe nurnikowe. Zaczęto je montować w końcu 1923 r. Powiększono sieć rur wodociągowych o 18 km, sieć kanałów o 4,5 km. Rury wodociągowe zaczęto układać od 1920 r. pod chodnikami, a nie pod jezdnią. Ponieważ w 1916 r. powiększono obszar miasta, przez włączenie przylegających przedmieść, do 11 400 ha, zaś projekt kanalizacji Warszawy i Pragi obejmował tylko obszar 2 185 ha, więc w r. 1922 przystąpiono do sporządzenia projektu kanalizacji Wielkiej Warszawy. Praca ta odbywała się pod kierunkiem prof. dr. inż. *K a r o l a P o m i a n o w s k i e g o* w biurze głównem wodociągów i kanalizacji. Rosjanie, uchodząc z Warszawy w sierpniu 1915 r., zburzyli część mostu Kierbedzia, a z nim i dwie rury wodociągowe, doprowadzające wodę na Pragę, przez co Praga była pozbawiona przez 6 tygodni dostatecznej ilości wody. Okazała się więc dobitnie konieczność budowy zakładu wodociągowego, przeznaczonego wyłącznie dla Pragi i miejscowości przyległych, z którego możnaby dostarczać wodę i dla lewobrzeżnego powiśla, wskutek czego byłyby odciążone zakłady warszawskie. Jako źródła wody, brano pod uwagę: wodę gruntową płytszą z obszarów, leżących na północ i wschód od Pragi, wodę podziemną z głębszych warstw (180—200 m) i wodę rzeczną wiślańską. W tym celu w 1918 r. prof. dr. *J a n L e w i ń s k i* przeprowadził badania geologiczne i hydrologiczne na obszarze około 3 000 km², lecz nie znaleziono dostatecznej ilości i odpowiedniej jakości wody płytszej podziemnej. W 1919 i 1920 r. przeprowadził inż. *K a z i m i e r z W i s z o w a t y* badania istniejących studzien głębokich, również z wynikiem ujemnym — gdyż okazało się, że wody tej jest niewiele i nie posiada odpowiednich własności. Pozostała zatem, jako źródło wody, Wisła, z wodą w dostatecznej ilości, lecz zanieczyszczoną. Zamierzono oczyszczać ją zapomocą filtrów pośpiesznych.

W tym celu w r. 1921 zawiązano korespondencję z jednym z inżynierów amerykańskich w Minneapolis. Wskutek stałej dewaluacji marki polskiej i niemożności określenia jakichkolwiek kosztów, musiano przerwać korespondencję, odkładając sprawę do czasu polepszenia się stanu finansowego wodociągów. W tym okresie przygotowano projekty syfonów dla kanałów głównych, przechodzących pod ul. Nowy Świat i Marszałkowską, i projekty przełożenia magistrali wodociągowych pod ul. Żelazną i Towarową przy skrzyżowaniu się tych ulic z Alejami Jerozolimskimi w celu umożliwienia budowy „linji średnicowej” warszawskiego węzła kolejowego.

Biuro pomiarów odłączono w 1919 r. od wydziału wod. i kan. i przeniesiono je do wydziału budowlanego (obecnie technicznego).

Okres 3-ci od 1 stycznia 1924 r. do czasów obecnych.

Z ustaniem inflacji, ustanowieniem nowej monety polskiej i powrotem ceny wody do przedwojennej wysokości ożywił się ruch budowlany w wodociągach i kanalizacji. W latach 1925—1926 zbudowano szóstą, ostatnią, grupę filtrów o powolnym działaniu. Zamiast budowy na stacji filtrów 3 grup osadników przykrytych, które byłyby uzupełnieniem programu Lindleya, wykopano w czasie od 1924 do 1928 r. nad Wisłą przy stacji rzecznej, kosztem około 6 000 000 zł., duży basen osadowy, który miał zastąpić osadniki. Rezultat tych dwu budowli jest taki, że zamiast normalnej ilości 125 000 i maksymalnej 155 000 m³ wody na dobę otrzymuje się maksymalnie 130 000 m³. Do basenu dobudowano zatokę, gdyż się okazało, co zresztą przewidywali inni, że bez niej zanosi się piaskiem i mułem kanał, doprowadzający wodę z rzeki do basenu. Zatokę, która była przy 3-ej rurze ssącej, wyjętej z powodu kopania basenu, i która miała być skasowana, oczyszczono i przywrócono jej dawniejsze przeznaczenie. Chcąc sprawę poprawić, postanowiono budować filtry pośpieszne, które będą zastępowały osadniki. Projekt tych filtrów sporządziło jedno z biur wodociągowych w Kanadzie. Budowa trwa już 5-ty rok i ma być ukończona w końcu r. b. Podobno po uruchomieniu filtrów pośpiesznych wydajność stacji filtrów ma się podnieść do 180 000 m³ wody na dobę. Osadniki lindleyowskie, odpowiednio przerobione, mają służyć jako zbiorniki zapasowe wody rzecznej. Stąd woda będzie spływała grafitacyjnie do filtrów pośpiesznych i sklarowana będzie pompowana do filtrów powolnych. Te nowe urządzenia wymagały ułożenia nowych przewodów wodnych na samej stacji. Koszt wszystkich tych robót wynosi przeszło 14 milionów złotych. — W ciągu 1930 i 1931 r. ułożono czwarty przewód tłoczny o średnicy 1200 mm, kosztem około 5 milionów złotych, od stacji rzecznej do stacji filtrów. Przeprowadzono go inną trasą, niż poprzednie trzy. Według mnie, przewód ten jest zbyt ciężki, ponieważ przez istniejące, po ich oczyszczeniu, możnaby przetłoczyć przeszło 200 000 m³ wody na dobę. Budowę tego przewodu motywuje się zabezpieczeniem ciągłości dostawy wody.

W celu zaopatrzenia Pragi w wodę gruntową, nie zważając na badania prof. J. Lewińskiego, wy-

budowano w 1926 r. i następnych latach na Goławku, w bliskości Wisły, studnię próbną o średnicy 10 m, kosztem 640 000 zł. Studnia, oczywiście, przekonała zwolenników wody gruntowej, że tej niema w dostatecznej ilości i odpowiedniej jakości.

Na stacji filtrów zastąpiono 3 najstarsze pompy parowe nurnikowe trzema elektropompami wirnikowymi. Na stacji rzecznej usunięto już również najstarsze 3 pompy i ustawił się 3 elektropompy o wydajności 450 l/sek, gdy parowe dawały 200 l/sek.

Zbudowano 2 syfony kanałowe, w miejscach wskazanych powyżej. Robota bardzo trudna, na głębokości około 10 m, była wykonana bez przerywania ożywionego w tych punktach ruchu kołowego i pieszego i bez zatrzymywania działania kanałów. Przełożono też i magistrale wodociągowe na ul. Żelaznej przy zbudowanym wiadukcie kolejowym.

Sieć rur w tym okresie wzrosła imponująco: o 181 km, w tem 3 magistrale, jedna na powiśle lewym do Czerniakowa, dwie na Pradze do końca Pelcowizny i Grochowa. Po 40 kilku latach istnienia wodociągów, nastąpiła konieczność zamiany niektórych rur rozdzielczych, przerdzewiających, na nowe. W roku zeszłym ułożono nowe rury na kilku ulicach, układając je pod chodnikami. Robotę tę prowadzi się i w obecnym sezonie budowlanym.

Sieć kanałów została także w tym okresie znacznie powiększona, albowiem o 49 km, licząc z kanałami głównymi. Na Żoliborzu buduje się burzowiec, którego potrzebę przewidywał już projekt z 1878 r. Długość kanału wynosi 1700 m, z nich 1200 m kształtu gruszkowego, o wymiarach w świetle 2,00×2,70 m, buduje się sposobem tunelowym ze względu na głębokość założenia społu 10—12 m. Roboty prowadzi inż. *Włodzisław Skorski*, pomocnikiem zaś jego jest inż. *Aleksander Chrzanowski*.

Projekt kanalizacji Wielkiej Warszawy, o którym była mowa poprzednio, ukończył prof. *K. Pomianowski* w 1926 r.; głównym pomocnikiem jego był inż. *Gustaw Foltanowski*, obecnie zastępca kierownika biura technicznego Dyrekcji wod. i kan. Projekt rozpatrywała specjalna komisja, powołana przez Zarząd wodociągów i kanalizacji, w której skład, oprócz dwu polskich inżynierów, wchodził rzeczoznawca zagraniczny: *L. de Raeck* z Brukseli i dr. inż. *H. Eignbrodt* z Berlina. Komisja w swem wyczerpującym sprawozdaniu z d. 31 stycznia 1927 r. zaznaczyła „gruntowne opracowanie projektu”.

Na tem powinien byłbym zakończyć sumaryczny spis ważniejszych budowli i prac, wykonanych w ciągu 50-ciu lat. Notatka byłaby wszakże niezupełna, gdybym nie wspomniał choć o kilku inżynierach, współpracownikach głównego inżyniera *W. H. Lindleya*, którzy w miarę sił przyczyniali się do dzieła budowy wodociągów i kanalizacji lub zatrudnieni byli przy eksploatacji. Pracując wspólnie z nimi przeszło 30 lat, we wszystkich działach i na różnych stanowiskach, poznałem ich, zdaje mi się, dobrze i dlatego pozwałam sobie podać jeszcze, oprócz suchych dat, i małą charakterystykę ich działalności.

Alfons Grotowski, jako główny inżynier miasta, uczestniczył w 1875 r. w komisji, delegowanej przez magistrat do obejrzenia urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych w Anglii. W drodze powrotnej komisja obejrzała tego rodzaju urządzenia w Hamburgu i Frankfurcie n/M. i zbadawszy je zaleciła po powrocie zarządowi miasta powołać twórcę tych urządzeń, inż. W. Lindleya, do sporządzenia odpowiednich projektów dla Warszawy. Od utworzenia Komitetu budowy w 1882 r. był jego członkiem. Po wyjściu do emerytury w 1888 r. został zastępcą W. H. Lindleya i zajmował się sprawami eksploatacji wodociągów. Znał te sprawy, bo poprzednio był przez długie lata kierownikiem wodociągu starego. Znajomość przepisów, obowiązujących w dawnych latach, umiejętność jego obcowania z ludźmi była b. pomocna Lindleyowi. Bardzo skromny — był projektodawcą dawnego (z 1868 r.) wodociągu praskiego, podał jego opis w dwu dziełach, wydanych przez magistrat (1895 r. i 1911 r.), lecz nie wspominał, że to on projektował ten wodociąg. Nader gorliwie pełniąc swe obowiązki, został w r. 1906, podczas strajku robotników filtrowych, postrzelony kilku kulami; jedna z nich przeszła oba policzki, lecz, na szczęście, nie uszkodziła kości. Opuścił służbę w 1919 r., zmarł w 1922 r., przeżywszy przeszło 89 lat.

Józef Słowikowski zaczął pracować w biurze budowy od 15 listopada 1881 r. Następnie budował stację pomp rzecznych i po uruchomieniu jej w 1886 r. został kierownikiem stacji, na tym stanowisku pozostał do zgonu, który nastąpił w 1905 r. Obserwując Wisłę, poznał jej właściwości i podał swe spostrzeżenia w artykule, drukowanym w *Pamiętniku Fizjograficznym* (1892 r.) p. t. „Charakterystyka Wisły i o zjawiskach, towarzyszących zamarzaniu rzek”. Przez szereg lat był członkiem komitetu redakcyjnego *Przełądu Technicznego*, w którym umieszczał swe prace treści teoretycznej.

Edward Szymański wstąpił w 1889 r., początkowo zajęty był przy budowie kanałów, potem przy rozszerzaniu stacji rzecznej, gdzie budował drugi pawilon maszynowy, kotłownię, komin, węglarkę, układał dwie rury ssące i zbudował dom administracyjny. Następnie budował na stacji filtrów 3-cią grupę osadników, 3-cią grupę filtrów i zbiorniki czystej wody; w końcu 1905 r. został zastępcą głównego inżyniera W. H. Lindleya. Padł na stanowisku, ugodzony kulą robotnika w lipcu 1907 r., choć był bardzo wyrozumiały dla potrzeb sfery robotniczej. Zasiłał swemi pracami *Przełąd Techniczny*. Opracował projekty wodociągów i kanalizacji Wilna.

Adolf Schuch wstąpił w styczniu 1885 r. na stację pomp rzecznych jako praktykant; po pewnym czasie przeszedł do biura budowy jako konstruktor urządzeń mechanicznych, po uruchomieniu pomp na obydwu stacjach miał nad niemi dozór oraz zarządzał oddziałem zasobów i kontrolował wyrób przyrządów i przyborów metalowych, zamawianych w zakładach przemysłowych. Pod jego dozorem wykonano w fabrykach zagranicznych i krajowych 12 pomp parowych i 21 ko-

flów. Zamiłowany w swym zawodzie, nie znał, co to dzień, co noc — zawsze gotów pracować dla dobra miasta. Był zastępcą Lindleya w 1904 i 1905 r., lecz zdrowie nie pozwoliło mu pełnić tego obowiązku i przeszedł na stanowisko zarządzającego stacją filtrów. Umarł w 1908 r.

Rafał Gomoliński zaczął pracować w 1892 r. przy budowie kanałów i od razu odznaczył się dokładnością wykonywania powierzonych mu robót. W 1900 r. opuścił pracę w kanalizacji, lecz w 1906 r. powrócił do niej; zajmował różne stanowiska — w inspekcji sieci, w biurze technicznym jako kierownik tego biura — wykazał przytem niepospolite zdolności konstruktorskie; następnie był kierownikiem oddziału budowy kanałów, a od kwietnia 1914 r. zastępcą Lindleya. W początkach sierpnia 1915 r. został wywieziony z Warszawy przez Rosjan, jako obywatel austriacki. Umarł w Moskwie w 1916 r. Miasto straciło w nim dzielnego i utalentowanego pracownika. Podług jego projektów zbudowano na Kaskadzie na dużą skalę doświadczalną stację oczyszczania ścieków, na której badania prowadzone są dotychczas.

Juljusz Herde wstąpił w 1885 r. na stację filtrów. Wybudował na niej 2-gą i 3-cią grupę filtrów, dwie grupy osadników, dwa zbiorniki czystej wody, drugi budynek maszynowy z kotłownią i węglarką, dwa domy administracyjne. Następnie budował stację pomp kanałowych przy ul. Dobrej, a po ukończeniu został jej kierownikiem i ten obowiązek spełniał do śmierci, która nastąpiła w końcu 1919 r. Był bardzo ścisły przy powierzonym mu wykonywaniu budowli i nadzwyczaj pracowity.

Stefan Skrzywan zaczął pracować przy budowie kanałów w 1900 r., następnie budował 3-ci pawilon maszynowy, kotłownię i węglarkę na stacji rzecznej i pierwszą zatokę do czerpania wody z Wisły, poczem powierzono mu prace przygotowawcze do mającej się budować oczyszczalni ścieków praskich na Gołędzinowie. Przez dwa lata był kierownikiem oddziału budowy kanałów. Lindley, poznawszy jego zdolności organizacyjne i duży zasób wiadomości technicznych, mianował go w 1910 r. swoim zastępcą przy budowie wodociągu w Baku (woda sprowadzana z odległości 190 km). Powrócił do kraju po ukończeniu budowy w 1918 r. W r. 1924 został powołany przez magistrat m. Łodzi na stanowisko naczelnego inżyniera budowy kanalizacji tego miasta, wykonywanej podług projektu inż. W. H. Lindleya. Zmarł przedwcześnie d. 1 października 1932 r.

Feliks Kamiński wstąpił do biura budowy w połowie lutego 1882 r. na konstruktora budowli kanałowych, następnie kierował biurem technicznym. W 1909 r. został mianowany inspektorem kanalizacji nieruchomości. Po 42 latach pracy opuścił wodociągi i kanalizację w d. 1 stycznia 1924 r., przeszedłszy na dobrze zasłużoną emeryturę. Dzisiaj, pomimo swych skończonych 82 lat, jest pełen życia i werwy i pozostał jedynym świadkiem, ze współpracowników Lindleya, rozpoczęcia robót wodociągowych i kanalizacyjnych.

Dr. Aleksander Żurkowski wstąpił w 1894 r. i od tego czasu prowadzi systematycz-

nie dokładne badania bakterjologiczne, nie wyłączać niedziel i świąt. Wykonywa obecnie około 90 badań codziennie. Na podstawie swych badań wydał w druku pracę p. t. „Bakterje wody wodociągowej w Warszawie”. W wodzie wiślanej wykrył 180 gatunków bakteryj. Wiele innych prac, związanych z jego zajęciem, zamieszczał w czasopiśmie specjalnych.

Stanisław Rutkowski wstąpił na służbę 1 stycznia 1904 r., początkowo był zajęty przy budowie kanałów. W 1912 r. został inspektorem sieci wod. i kan.; zakres działalności inspektora podano powyżej; na tem stanowisku okazał duże zdolności organizacyjne i umiejętność postępowania z robotnikami. Pełniąc obowiązki inspektora, był od 1919 r. zastępcą naczelnika b. wydziału wod. i kan., a po utworzeniu dyrekcji — zastępcą dyrektora. W 1927 r. został mianowany pierwszym wicedyrektorem wod. i kan.

Zygmunt Wendrowski pracuje od połowy 1904 r.; początkowo był zatrudniony w inspekcji kanalizacji nieruchomości, następnie w biurze technicznym budowy, jako jego kierownik. W 1919 został mianowany kierownikiem stacji filtrów, którą doprowadził do należytego stanu po czasach okupacji niemieckiej. Obecnie buduje zakład filtrów pospiesznych i prowadzi wszystkie roboty z nim związane, przyczem pomocnikiem jego jest inż. Jan Przychodzki.

Roman Baranowicz — od 1905 r. pracował w inspekcji kanalizacji nieruchomości, następnie w biurze technicznym, potem był zajęty przy budowie kanałów, w 1915 został kierownikiem oddziału budowy kanałów, zajmując się i w biurze technicznym. Obecnie spełnia w dalszym ciągu czynności kierownika budowy kanałów, pełniąc jednocześnie obowiązki drugiego wicedyrektora wod. i kan. od 1928 r.

Ludwik Knauff, będąc pierwszym pomocnikiem głównego inżyniera miasta, miał przez wiele lat styczność ze sprawami wodociągowymi i kanalizacyjnymi. W końcu 1919 r. został kierownikiem stacji przy ul. Dobrej. Swemi pomysłami przyczynił się wiele do ulżenia ciężkiej pracy robotników kanałowych tej stacji. Wyszedł do emerytury w 1931 r. po 36 latach służby miejskiej.

Powinienem nadto wymienić kilkunastu techników, którzy pracowali i pracują jeszcze przy budowie lub eksploatacji wod. i kan., lecz ramy niniejszej notatki nie pozwalają na to. Jednakże uważam za swój obowiązek podać nazwisko Stanisława Tołwińskiego, pracującego już 41 lat, i wspomnieć zmarłych Stefana Grzegorzewskiego i Kazimierza Kobylńskiego, którzy, wszyscy trzej, swoją usilną pracą, starannością wykonywania robót i dbałością o dobro miasta doszli do wyższych stanowisk. I wśród majstrów, maszynistów, rzemieślników, dozorców robót i zwykłych robotników było i jest sporo dzielnych pracowników, spełniających nieraz swe obowiązki z na-

rażeniem zdrowia i życia, nie tylko w przenośnym znaczeniu tych słów, ale, niestety, i w rzeczywistym. Wymieniam jeszcze nazwisko Czesława Szukły, głównego mechanika stacji rzecznej, odznaczonego przez Magistrat 8 nagrodami z „Fundacji imienia prezydenta inż. Piotra Drzewieckiego” za ulepszenia, wprowadzone przez niego w dziedzinie urządzeń mechanicznych i maszynowych.

Inżynier William H. Lindley umarł, lecz dzieło jego pozostało. Nad dziełem tem pracował 40 lat, za czasu swej młodości i w pełni sił męskich — aż do zgonu. Pozostawił po sobie, dzięki swemu talentowi i wiedzy, pamiątkę, która każdemu mieszkańcowi stolicy powinna przypominać jego nazwisko. Lecz lata miną i ludzie zapomną, kto był twórczą i wykonawcą urzędzeń, wzbudzających w swoim czasie podziw i zazdrość cudzoziemców, a przynoszących codziennie wielki pożytek i najbogatszemu i najuboższemu mieszkańcowi miasta.



W. H. Lindley.

Uwieczniono już dawno pamięć inicjatora wodociągów i kanalizacji, nazywając ulicę, odgałęziającą się od ul. Żelaznej przy Alei Jerozolimskiej i prowadzącą do stacji filtrów, z widokiem na wieżę ciśnieniową, ulicą Starynkiewiczą.

Z okazji upływających 50 lat od rozpoczęcia budowy tych nieodzownych w osiedlach ludzkich urzędzeń, proponuję południowej części ul. Żelaznej, oddzielonej od pozostałej części szerokością Alei Jerozolimskiej, wiaduktem i torami kolejowymi, a wiodącej od Alei Jerozolimskiej przy ul. Starynkiewiczą do stacji filtrów, tego głównego centrum wodociągów, do którego dostarcza się szarą wodę wiślaną, a skąd wypływa kryształowo-czysta, i gdzie się znajduje początkowy punkt kanalizacji, nadać nazwę: Ulica Inż. W. H. Lindleya.

W ten sposób byłoby połączone imię inicjatora z imieniem twórcy i wykonawcy.

Mam nadzieję, że obecny Zarząd i Dyrekcja wodociągów i kanalizacji poprą podniesioną przeze mnie myśl wobec Magistratu i Rady Miejskiej m. st. Warszawy.

Podaję propozycję powyższą za pośrednictwem Przeglądu Technicznego, ponieważ na łamach jego przed przeszło 50 laty najsurowiej krytykowano inż. W. H. Lindleya, lecz później ci sami krytycy stali się największymi jego zwolennikami i przyjaciółmi, czego nie zaznaczono w dalszych rocznikach pisma.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

GOSPODARKA ELEKTRYCZNA.

Zaopatrzenie Norwegii w energię elektryczną.

Dane statystyczne, dotyczące gospodarki elektrycznej Norwegii, są zbierane w drodze ankiet, przeprowadzanych w odstępach dziesięcioletnich. Według ostatniej ankiety z r. 1930, moc ogólna zakładów wytwórczych publicznych przedsiębiorstw elektrycznych tego kraju wodospadów wynosi 550 000 kW przy rozporządzalnej mocy równej 590 000 kW (40 000 kW wynosi moc, pobierana z elektrowni zakładów przemysłowych) i największem obciążeniu równem 461 000 kW. Kapitał, włożony w urządzenia elektryczne Norwegii, wynosi 1 022 milionów koron norweskich (ok. 1924 milj. zł.), z czego ok. 53,3% przypada na zakłady wytwórcze, a 46,7% — na urządzenia przesyłowe i rozdzielcze. Przeciętny koszt inwestycji zarówno wytwórczych, jak i odbiorczych na 1 kW mocy instalowanej zakładów wytwórczych wynosi ok. 2 600 koron norw. (ok. 4900 zł), z czego na koszt instalacji domowych i urządzeń odbiorczych przypada ok. 18,5%. W braku dokładniejszej statystyki produkcji energii elektrycznej ogólna ilość jej wytworzona w Norwegii w ciągu rozpatrywanego roku jest oceniana na ok. 9,5 miliardów kWh, co stanowi ok. 3250 kWh na rok i głowę ludności. Z tej ilości na cele wielkiego przemysłu zużywa się ok. 7 miliardów kWh. Domowe zużycie energii na mieszkańca, przyłączonego do sieci, wynosi ok. 1290 kWh/rok, z czego ok. 70% na światło, gotowanie i ogrzewanie. Ogólny dochód publicznej gospodarki elektrycznej Norwegii wynosi ok. 105 milionów koron norweskich (ok. 192 milj. zł.) przy wydatkach, sięgających 109,5 milj. kor. (206,2 milj. zł.), daje więc ona ok. 4,5 milj. koron (8,45 milj. zł.) straty rocznie. (E T Z, t. 53 (1932), zesz. 37.

S. P.

KOLEJNICTWO.

Szerokość toru kolei w Afryce.

Na odbyłym w r. z. w Paryżu, w czasie Wystawy Kolonialnej, Międzynarodowym i Międzykolonialnym Kongresie Przewozów (Congrès International et Intercolonial des Transports) poruszano, między innymi, kwestję trudności, wywołanych przez różnorodną szerokość toru kolei afrykańskich.

Na 63 000 km linii obecnie eksploatowanych istnieje 6 różnych szerokości toru, poczynając od 0,60 m i kończąc na torze normalnym szerokości 1,435 m. Najwięcej rozpowszechniony jest tor szerokości 1,067 m (3,5 stopy ang.) i 1,0 m; pierwszy na przestrzeni 34 000 km, drugi na przestrzeni 15 000 km.

Tor szerokości 1,067 m istnieje w kolonjach angielskich w Afryce Południowej, nie wyłączając wielkiej linii transkontynentalnej z Kapsztadu do Sudanu, w Nigerji i w Kongo Belgijskiem; tor jednometrowy — w kolonjach francuskich w Afryce Zachodniej, w Abisynji, Ugandzie i w Tanganjce. Egipt i Afryka Północna ma tor normalny. (Revue Gén. des Chem. de Fer, lipiec 1932). A. E.

SANITARNA TECHNIKA.

Zastosowanie rur stalowych bez szwu do przewodów wodociągowych.

W maju 1931 r. pruskie ministerstwo rolnictwa zwróciło się okólnikiem do prezydentów regencyjnych z zapytaniem, jakie uczyniono doświadczenia z rurami stalowymi bez szwu przy stosowaniu ich do przewodów wodociągowych. Zapytanie było wywołane różnicą poglądów na użycie tego materiału do przewodów wodociągowych.

Z 36 sprawozdań urzędów meljoracyjnych i 16 sprawozdań zarządów miejskich wynika, że jest wogóle opozycja przeciwko stosowaniu rur stalowych do wodociągów, ponieważ doświadczenia dały wyniki ujemne. Szczególniej niesprzyjająco do ich wprowadzenia działa okoliczność, że w wielu przypadkach rury stalowe ulegają przerdzewieniu już po kilku latach. To szybkie niszczenie objaśnia się tem, że gdy rozpocznie się proces rdzewienia, to rury stalowe cienkościennie prędzej poddają się działaniu rdzy, niż rury żeliwne. Jednak są też znane przypadki, że odkopując rury stalowe, po 2 letnim i więcej ich leżeniu w gruncie, nie znaleziono śladów rdzy. Objasnić to można tem, że w danym razie albo była użyta zupełnie zabezpieczająca ochrona rur i, pomimo miejscowych nieprzyjaznych warunków, nie nastąpiło rdzewienie, lub że woda i grunt nie posiadały własności, powodujących uszkodzenia.

Z tego widać, że przy stosowaniu rur stalowych do wodociągów trzeba uważać na dwie okoliczności. Najprzód grunt i woda powinny być zbadane, czy nie posiadają własności oddziaływających szkodliwie na żelazo. Układanie rur stalowych w gruntach agresywnych wzniesia obawę powstania rdzy; nawet obłożenie wówczas rur ziemią nieszkodliwą nie może dać zupełnego zabezpieczenia, dopóki woda gruntowa lub przesączająca się dochodzi do przewodu. Po drugie, bezwarunkowo jest konieczne, żeby uszkodzenia zewnętrznej powłoki jutowej lub innej, nieuniknione w czasie transportu i budowy, były naprawione z największą starannością. Ze względu, że rury stalowe w osiedlach są szczególnie narażone na uszkodzenia, powinny być one używane nazewnątrz osiedli. Jeżeli zachowywać te warunki, to niema wątpliwości co do stosowania rur stalowych w wodociągach i można wyzyskać ich zalety, jakie posiadają w porównaniu z rurami żeliwnymi, a mianowicie większą wytrzymałość na ciśnienie i uderzenia wody i mniejsze koszty ułożenia. (K u l t u r t e c h n., 1932 r., str. 216—223).

lg.

SILNIKI SPALINOWE.

Silnik wysokoprężny o mocy 21 000 KM.

Firma Burmeister & Wain w Kopenhadze kończy już budowę silnika Diesela o mocy 15 000 kW dla elektrowni kopenhadzkiej, który to silnik od samego początku budowy wzbudza poważne zainteresowanie fachowców. Niebawem mają być rozpoczęte próby w wytwórni, poczem nastąpi montaż zespołu w elektrowni.

Nie czekając wszakże na ukończenie tych prac, czasop. angielskie Motor Ship (str. 197—202 z r. b.) przynosi opis konstrukcji tego największego dziś na świecie silnika ropowego. Jest to silnik 8-cylindrowy, o cylindrach \varnothing 840 mm obustronnego działania, 2-suwowy (suw 1500 mm); przy 115 obr./min rozwijać on ma 21 000 KM, a nadto może być przez czas dłuższy przeciążony do 22 500 KM. Rozchód paliwa ma wynosić przy mocy od 6 250 do 15 000 kW 265—250 g/kWh, zaś najkorzystniejszy ma być przy 12 500 kW, kiedy stanowić ma 240 g/kWh.

Konstrukcja tego silnika do obciążenia szczytowego niewiele się różni od budowanego niedawno przez tę wytwórnię znanego silnika okrętowego. A więc cylindry mają głowice stalowe, zaś tuleje z żeliwa perlitycznego, tłoki są chłodzone olejem. Wał korbowy wyposażony jest w specjalny wielki tłumik drgań.

Silnik tego rodzaju, lecz o 12 cylindrach i przy 180—190 obr./min, mógłby oddawać na sieć 30 000 kW energii użytecznej.